

VISOKA TEHNIČKA ŠKOLA U BJELOVARU
STRUČNI STUDIJ MEHATRONIKE

**Automatizacija sustava za paletizaciju korištenjem
TTT manipulatora**

Završni rad br. 04/MEH/2017

Goran Husnjak

Bjelovar, rujan 2017.

VISOKA TEHNIČKA ŠKOLA U BJELOVARU
STRUČNI STUDIJ MEHATRONIKE

**Automatizacija sustava za paletizaciju korištenjem
TTT manipulatora**

Završni rad br. 04/MEH/2017

Goran Husnjak

Bjelovar, rujan 2017.



Visoka tehnička škola u Bjelovaru

Trg E. Kvaternika 4, Bjelovar

1. DEFINIRANJE TEME ZAVRŠNOG RADA I POVJERENSTVA

Kandidat: **Husnjak Goran** Datum: 08.03.2017.

Matični broj: 000810

JMBAG: 0314008014

Kolegij: **AUTOMATIZACIJA STROJEVA I UREĐAJA II**

Naslov rada (tema): **Automatizacija sustava za paletizaciju korištenjem TTT manipulatora**

Područje: **Tehničke znanosti**

Polje: **Elektrotehnika**

Grana: **Automatizacija i robotika**

Mentor: **dr.sc. Igor Petrović**

zvanje: **viši predavač**

Članovi Povjerenstva za završni rad:

1. Zoran Vrhovski, mag.ing.el.techn.inf., predsjednik
2. dr.sc. Igor Petrović, mentor
3. dr.sc. Alan Mutka, član

2. ZADATAK ZAVRŠNOG RADA BROJ: 04/MEH/2017

U radu je potrebno:

- opisati plan upravljanja paletizacije pomoću modela TTT manipulatora
- izraditi električne sheme upravljačkog sustava modela TTT manipulatora
- provesti baždarenje svake pojedine osi modela TTT manipulatora
- izraditi upravljački program za PLC prema planu upravljanja
- izraditi vizualizacijski program za SCADA prema planu upravljanja
- prikazati izvedeni automatizirani sustav u radu

Zadatak uručen: 08.03.2017.

Mentor: **dr.sc. Igor Petrović**



Zahvaljujem se svim profesorima Visoke tehničke škole u Bjelovaru na prenesenom znanju te svojem mentoru, dr.sc. Igoru Petroviću na savjetima tijekom izrade završnog rada. Posebna zahvala mojoj obitelji i djevojci Viktoriji na podršci tijekom studiranja.

Sadržaj

UVOD	1
1. PROGRAMIRLJIVI LOGIČKI KONTROLER	2
1.1 Arhitektura PLC – a	2
1.2 Princip rada PLC –a	3
2. PREGLED KORIŠTENIH UREĐAJA	4
2.1. PLC.....	4
2.2. Napajanja.....	5
2.3. Releji	7
2.4. Motori.....	8
2.5. Driveri za motore.....	9
2.6. Kompresor zraka	10
2.7. Pneumatska prihvatača	11
2.8. Razvodnici.....	12
2.9. Krajnji prekidači.....	13
3. BAŽDARENJE PO OSIMA	14
3.1 X-os	14
3.2 Y-os	15
3.3 Z-os	15
4. SOLIDWORKS PALETIZACIJA	16
5. PROGRAMSKI ALAT STEP 7 MICRO/WIN.....	17
5.1 Osnovni simboli korišteni u programu Step 7 Micro/WIN	18
5.2 Popis korištenih simbola u Step 7 Micro/WIN.....	19
6. PROGRAM ZA UPRAVLJANJE TTT - MANIPULATORA	21
7. SCADA aplikacija modela TTT-manipulatora	73
7.1 Vizualni prikaz rada	73
7.2 Snimanje trajektorije TTT-manipulatora u radu.....	79

8 . ZAKLJUČAK	83
9. LITERATURA.....	84
10. OZNAKE I KRATICE.....	85
11. SAŽETAK.....	86
12. SUMMARY	87
13. PRILOZI.....	88

UVOD

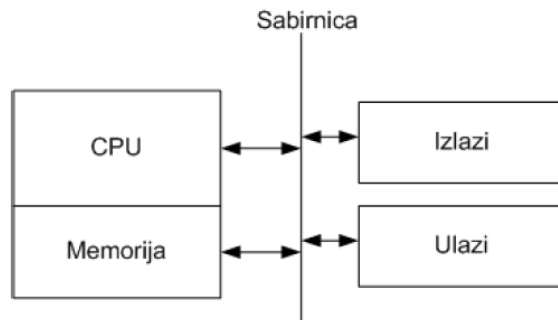
Tema završnog rada je automatizacija sustava za paletizaciju pomoću TTT-manipulatora. Temu sam odabrao iz područja automatizacije zbog sve veće primjene automatizacije u velikim postrojenjima i industriji. TTT-manipulator je najjednostavnija vrsta robota (Kartezijeva struktura). Ima mogućnost kretanja u tri osi (x, y, z). Model TTT-manipulatora u ovom završnom radu se sastoji od tri koračna motora, drivera za koračne motore, krajnjih prekidača, releja, razvodnika, pneumatske prihvatnice i programirljivog logičkog kontrolera (u nastavku PLC) koji upravlja cijelim procesom. Cilj završnog rada je automatizacija sustava za paletizaciju drvenih kocki.

1. PROGRAMIRLJIVI LOGIČKI KONTROLER

Programirljivi logički kontroler (*eng. Programmable Logic Controller*) je procesno računalo korišteno za automatizaciju industrijskih postrojenja (primjerice pilane, sušare, prehrambena industrija). PLC se koristi kao osnovni dio upravljačkih automatskih sustava u industriji. Njegov program, odnosno algoritam, se može jednostavno mijenjati, te je pogodan za brza rješenja i aplikacije. PLC nema mehaničkih pokretnih dijelova, otporan je na mehaničke i elektromagnetske utjecaje, na vlagu i temperaturu radnog prostora. Ovaj tekst opisan je u literaturi [1].

1.1 Arhitektura PLC – a

PLC se sastoji od centralne procesorske jedinice (*eng. Central Process Unit*) koja je ujedno i glavna jedinica. CPU čita podatke sa svih ulaza (analognih i digitalnih) PLC–a, logički i aritmetički ih obrađuje, te ih prosljeđuje na izlaze (analogne i digitalne). PLC koristi dvije vrste memorije, a to su RAM (*eng. Random Access Memory*) i EEPROM (*eng. Electrical Erasable Programmable Read Only Memory*). RAM je memorija s izravnim pristupom. Procesor ovu vrste memorije koristi za trenutno spremanje podataka prilikom rada te prilikom pisanja i debugiranja programa. RAM memorija gubi sav sadržaj prilikom gubitka napajanja, pa zbog toga imamo EEPROM memoriju. EEPROM memorija je električni izbrisiva programabilna memorija namijenjena isključivo za čitanje. Ova vrsta memorije čuva podatke trajno bez obzira na nestanak napajanja, pa se kod PLC–a koristi za „backup“ aplikacije. Na ovaj način postignuta je redundancija programa koja u slučaju gubitka programa iz RAM memorije učitava program iz EEPROM memorije u RAM memoriju svaki put prilikom uključivanja PLC–a te PLC može nastaviti s radom. Ulazi se odnose na uređaje i pretvornike (senzore i aktuatori) koji prikupljaju podatke iz fizičkog svijeta i šalju ih PLC–u. Signali koje senzori mogu dati, odnosno aktuatori primiti su analogni i digitalni. Analogni signali se koriste kod mjerenja razina i na mjestima gdje informacija o uključenosti ili isključenosti uređaja nije dovoljna, dok se digitalni signali koriste za „on-off“ upravljanje. Sabirnica je niz vodiča koji tvore vezu između različitih dijelova PLC-a, CPU jedinice, memorije i ulazno/izlaznih priključaka. Opisano u literaturi [1].

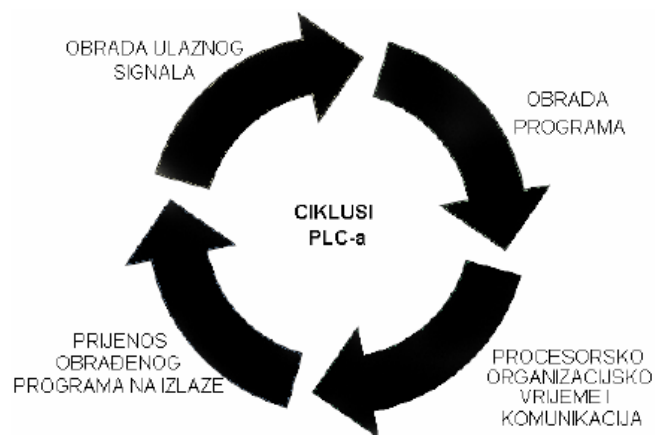


Slika 1.1 Pojednostavljena shema arhitekture PLC-a [2]

1.2 Princip rada PLC –a

Rad PLC – a odvija se u ciklusima. Ciklus se sastoji od četiri osnovna dijela:

- Čitanje ulaznih podataka i upisivanje u sliku ulaznih podataka
- Izvršavanje programa
- Osvježavanje izlaznih podataka iz slike izlaznih podataka
- Procesorsko organizacijsko vrijeme i komunikacija



Slika 1.2 Princip rada PLC-a [2]

2. PREGLED KORIŠTENIH UREĐAJA

2.1. PLC

Za upravljanje TTT-manipulatora korišten je PLC Siemens S7-200 224XP prikazan na slici 3.1



Slika 2.1 Siemens S7-200 224XP [3]

Karakteristike Siemens S7-200 224XP:

- Broj digitalnih ulaza: 14
- Broj digitalnih izlaza: 10
- Broj analognih ulaza: 2
- Broj analognih izlaza: 1
- Broj modula za proširenje: 7
- Komunikacijski portovi: 2xRS485
- Program/podatkovna memorija: 12/16 KB
- Najviše DI/DO signala: 168

2.2. Napajanja

TTT-manipulator koristi dva napajanja, jedno napajanje za PLC i relej, a drugo za drive motore. Napajanje Siemens 6EP1-333-3BA00 koristi se za PLC i relej, prikazano na slici 2.2 Drugo napajanje je Mean Well DRP-240-24 te ga koristimo za drive motore, a prikazano je na slici 2.3



Slika 2.2 Napajanje Siemens 6EP1-333-3BA00 [4]

Karakteristike napajanja Siemens 6EP1-333-3BA00:

- Ulazni napon: 120/230 V
- Ulazna struja: 2.2/1.2 A
- Izlazni napon: 24 V
- Izlazna struja: 5 A
- Ulazna frekvencija: 50/60 Hz



Slika 2.3 Napajanje Mean Well DRP-240-24 [5]

Karakteristike napajanja Mean Well DRP-240-24:

- Ulazni napon: 120/370 V
- Ulazna struja: 2.8/1.4 A
- Izlazni napon: 24 V
- Izlazna struja: 10 A
- Ulazna frekvencija: 47/63 Hz

2.3. Relej

Relej Schrack PT570024 služi za uklapanje pneumatskog razvodnika. Razvodnik pomoću pneumatike steže i otpušta čeljust kako bi prihvatnica prenijela predmet. Relej je prikazan na slici 2.3



Slika 2.3 Relej Schrack PT570024 [6]

Karakteristike Scharck PT570024:

- Radni napon: 24 V
- Struja na kontaktima: 6 A

2.4. Motori

U završnom radu su korištena tri koračna motora Nanotech – Munich st6018m2008-b prikazani na slici 2.4



Slika 2.4 Koračni motori Nanotech – Munich st6018m2008-b [7]

Karakteristike Nanotech-Munich st6018m2008-b:

- Radni napon: 24 V
- Nazivna struja: 2 A
- Kutni pomak: 1.8°
- Moment: 1.38 Nm

2.5. Driveri za motore

Za svaki koračni motor koristi se jedan driver. Dakle tri drivera Nanotech SMC-133-2 prikazani slikom 2.5



Slika 2.5 Driver Nanotech SMC-133-2 [8]

Karakteristike Nanotech SMC-133-2:

- Radni napon: 24/48 V
- Nazivna struja: 2 A
- Maksimalna frekvencija: 50 Hz
- Broj ulaza: 6

2.6. Kompresor zraka

Korišten je klipni kompresor E241/8/24 230V prikazan na slici 2.6



Slika 2.6 Kompresor E241/8/24/ 230 [9]

Karakteristike E241/8/24:

- Radni napon: 230 V
- Frekvencija: 50 Hz
- Maksimalni tlak: 8 bar
- Snaga motora : 1,5 kW
- Usisni protok: 227 l/min
- Efektivni protok: 125 l/min

2.7. Pneumatska priхватnica

Korištena priхватnica CGP 25 prikazana je na slici 2.7



Slika 2.7 Pneumatska priхватnica [10]

Karakteristike CGP 25:

- Veličina prihvata: 25 mm
- Radni tlak: 1,5-7 bar
- Radna temperatura: 0-80°C

2.8. Razvodnici

Razvodnici koji su korišteni za upravljanje TTT–manipulatorom su 5/2 monostabili. Razvodnike aktivira PLC električnim signalom. Razvodnik se deaktivira kada nestane signala s PLC – a pomoću opruge koja je ugrađena u njemu. Pri upravljanju manipulatorom se koriste dva 5/2 razvodnika. Jedan služi za upravljanje pneumatskom prihvaticom, a drugi služi za upravljanje vakuum sisaljkom. U ovom završnom radu je korištena samo pneumatska prihvatica. Na slici 2.8 prikazan je razvodnik 5/2 monostabil.



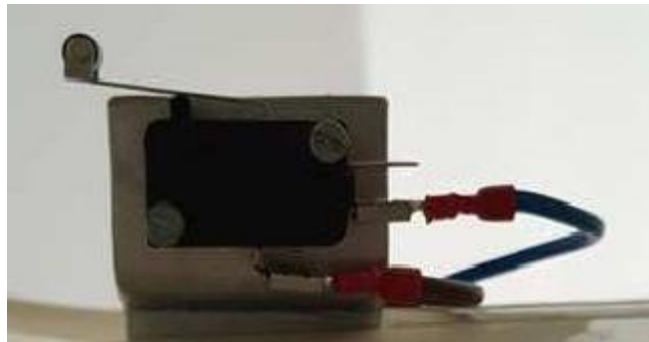
Slika 2.8 Razvodnik 5/2 monostabil [11]

Karakteristike 5/2 monostabil:

- Radni tlak: 1-15 bar
- Radna temperatura: -10-60°C

2.9. Krajnji prekidači

Korišteno je pet ugrađenih krajnjih prekidača. X i y os manipulatora ima po dva krajnja prekidača, dok z os ima jedan koji su ugrađeni na manipulator tako da se aktiviraju kada je pojedina os u svojem krajnjem položaju. Svi krajnji prekidači su spojeni na 24 V DC te rade kao otvoreni kontakti, što znači da šalju signal PLC-u samo onda kada su pritisnuti. Na slici 2.9 prikazan je krajnji prekidač.



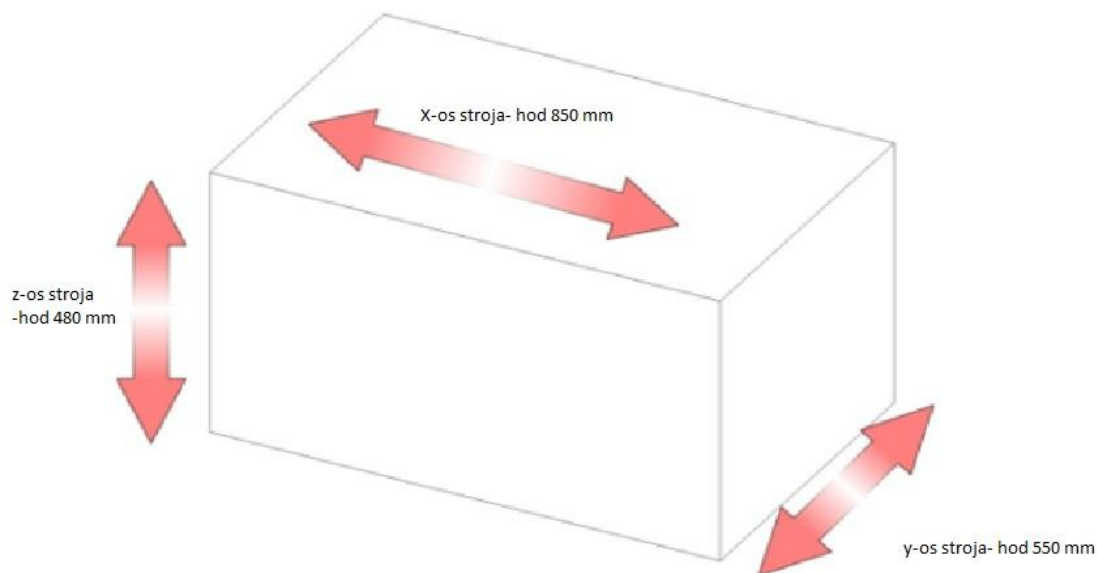
Slika 2.9 Krajnji prekidač

Karakteristike krajnjih prekidača:

- Radni napon: 24 V
- Struja: 6 A

3. BAŽDARENJE PO OSIMA

TTT–manipulator može vršiti kretanje u tri osi (x, y, z). Svaka os je pogonjena koračnim motorom. X i y os se kreću preko remenice dok z os preko navojnog vretena.



Slika 3.1 Prikaz osi

3.1 X–os

Pomak x–osi za jedan okretaj motora je jednak opsegu remenice:

Korak motora = $1,8^\circ$

$$360^\circ = 2r\pi = 120 \text{ mm} \quad (3.1)$$

$$i = \frac{1,8^\circ}{360^\circ} \times 120 \text{ mm} = 0,6 \frac{\text{mm}}{\text{impuls}} \quad (3.2)$$

3.2 Y-os

Pomak y - osi za jedan okretaj motora je jednak opsegu remenice:

Korak motora = $1,8^\circ$

$$360^\circ = 2r\pi = 60 \text{ mm} \quad (3.3)$$

$$i = \frac{1,8^\circ}{360^\circ} \times 60 \text{ mm} = 0,3 \frac{\text{mm}}{\text{impuls}} \quad (3.4)$$

3.3 Z-os

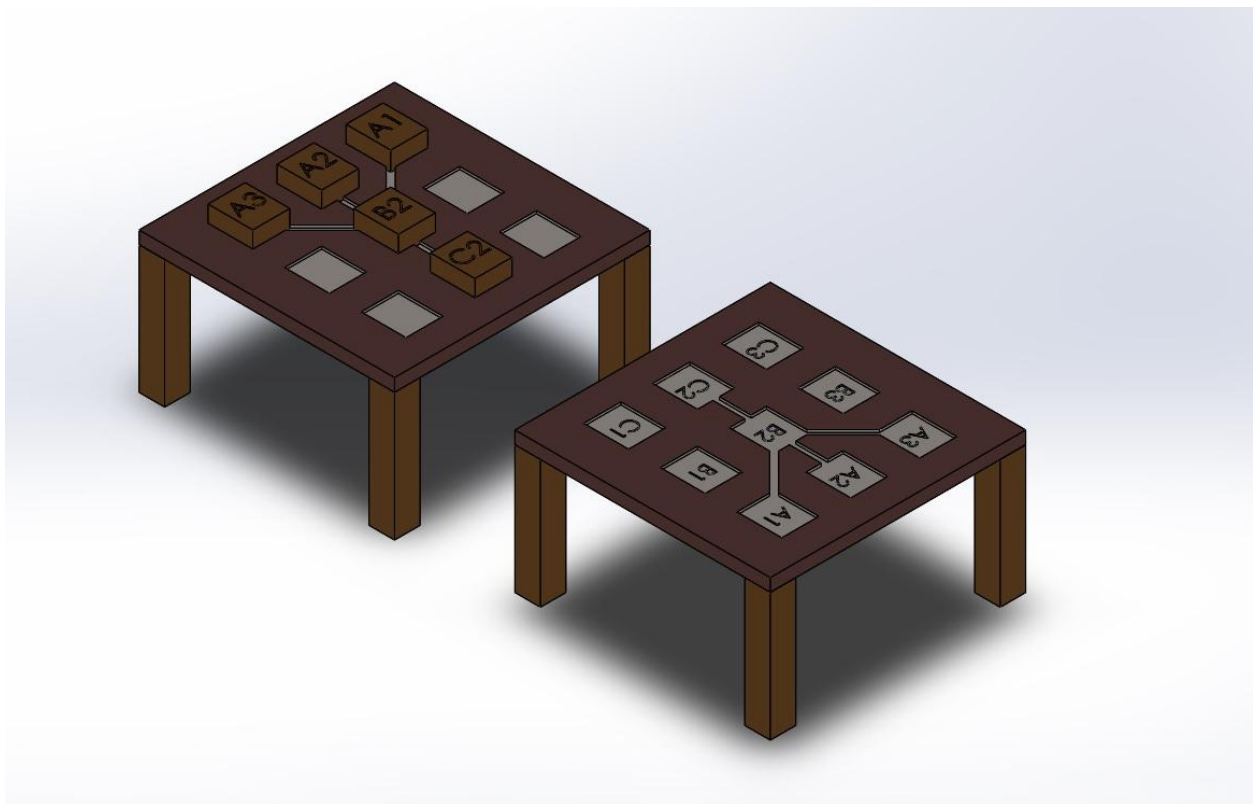
Korak motora = $1,8^\circ$

Korak vretena: $T = 4 \text{ mm}$

$$i = \frac{1,8^\circ}{360^\circ} \times 4 \text{ mm} = 0,02 \frac{\text{mm}}{\text{impuls}} \quad (3.5)$$

4. *SOLIDWORKS PALETIZACIJA*

U završnom radu paletizacija je zamišljena kao na slici 4.1. Manipulator nakon što aktivira krajnje prekidače x, y i z osi dolazi do pozicije prve kockice A1 te prenosi drvenu kockicu na poziciju A1. Zatim kockicu A2 na poziciju A2. Nakon A2 manipulator prenosi kockicu B2 na poziciju B2 te C2 na C2. Posljednja kockica je A3 te ju manipulator prenosi na poziciju A3. Nakon što manipulator prenese sve kockice vraća se u nultu poziciju koja je definirana programom tj. na poziciju A1.



Slika 4.1 SolidWorks paletizacija

5. PROGRAMSKI ALAT STEP 7 MICRO/WIN

Step 7 Micro/WIN SP9 programski je alat koji se koristi za programiranje PLC-a serije S7-200. Odlikuje se brzim i jednostavnim programiranjem i nudi mogućnost programiranja u tri standardna jezika:

- STL (eng. *Statement List*)
- LAD (eng. *Ladder Logic*)
- FBD (eng. *Function Block Diagram*)

U završnom radu se koristio LAD (eng. *Ladder Logic*) jezik.








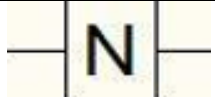


Slika 5.1 Step 7 Micro/WIN [12]

5.1 Osnovni simboli korišteni u programu Step 7 Micro/WIN



Osnovni simboli Step 7 Micro/WIN programskog alata prikazani su tablicom 5.1

Tablica 5.1 Osnovni simboli korišteni u ljevkastom dijagramu

Simbol	Naziv simbola	Opis simbola
	Normalno otvoreni kontakt	Ako je kontakt aktivan, signal se propušta s lijeva na desno
	Normalno zatvoreni kontakt	Ako kontakt nije aktivan, signal se propušta s lijeva na desno
	Izlazni svitak	Ako se s lijeve strane pojavi signal, isti se proslijeđuje na svitak te je svitak uključen onoliko dugo koliko traje signal na lijevoj strani
	Invertirani izlazni svitak	Ako na lijevoj strani svitka nema signala, svitak ostaje uključen sve dok se na lijevoj strani ne pojavi signal
	Set	Ako se s lijeve strane pojavi signal, uključuje se svitak i ostaje uključen sve dok ga nešto ne isključi
	Reset	Ako se s lijeve strane pojavi signal, isključuje se svitak i ostaje isključen sve dok ga nešto ne uključi
	Pozitivan brid	Pojavom pozitivnog brida na kontaktu, propušta se signal s lijeva na desno u trajanju duljine jednog ciklusa
	Negativan brid	Pojavom negativnog brida na kontaktu, propušta se signal s lijeva na desno u trajanju duljine jednog ciklusa

5.2 Popis korištenih simbola u Step 7 Micro/WIN

Tablica simbola (eng. *Symbol Table*) nam služi za upisivanje ulaza, izlaza te različitih vrsta memorija kako bi se osoba koja piše program lakše snalazila u programu koji ima više mreža. Tablica simbola sastoji se od tri stupca. U prvi stupac upisuje se simbol, u drugi stupac adresa simbola te u treći stupac komentar. Na slikama 5.1, 5.2 i 5.3 nalazi se popis korištenih mjesta u programskom alatu Step 7 Micro/WIN.

			Symbol	Address	Comment
1			Prvi_ciklus	SM0.1	Izvršava se samo prvi ciklus
2			Početni_bit	M0.0	Bit za pokretanje programa
3			Tajmer_T32	M1.0	Brojač tajmera
4			Y_os_brojanje	VW0	Spremanje impulsa Y - os
5			X_os_brojanje	VW2	Spremanje impulsa X - os
6			Z_os_brojanje	VW4	Spremanje impulsa Z - os
7			Brojač_tajmera	VW1000	Brojač tajmera
8			Uvijek_uključen	SM0.0	Uvijek uključen
9			X_os_krajnji_prekidač	I0.2	X - krajnji prekidač
10			Krajnji_prekidač_X_os	M0.1	Aktiviran krajnji prekidač X - os
11			Y_os_krajnji_prekidač	I0.5	Y - os krajnji prekidač
12			Krajnji_prekidač_Y_os	M0.2	Aktiviran krajnji prekidač Y - os
13			Z_os_krajnji_prekidač	I0.7	Z - os krajnji prekidač
14			Krajnji_prekidač_Z_os	M0.3	Aktiviran krajnji prekidač Z - os
15			X_Y_Z_aktivirani	M0.4	Svi krajnji prekidači aktivirani
16			Aktivacija_T96	M1.1	Bit za aktivaciju tajmera T96
17			X_os_impulsi	Q0.0	Izlaz za impulse X - os
18			X_os_smjer	Q0.3	Smjer vrtnje motora X - os
19			Y_os_impulsi	Q0.1	Izlaz za impulse Y - os
20			Y_os_smjer	Q0.4	Smjer vrtnje motora Y - os
21			Z_os_impulsi	Q0.2	Izlaz za impulse Z - os
22			Z_os_smjer	Q0.5	Smjer vrtnje motora Z - os
23			Bit_PPNP	M10.0	Pokretanje programa nakon pozicioniranja
24			Bit_za_X_os_napred1	M2.0	Bit za X - os napred
25			Bit_za_X_os_nazad1	M2.1	Bit za X - os nazad
26			Bit_za_X_os_napred2	M7.0	Bit za X - os napred

Slika 5.1 Tablica simbola 1

27		Bit_za_X_os_nazad2	M7.1	Bit za X - os nazad
28		Bit_za_X_os_napred3	M7.2	Bit za X - os napred
29		Bit_za_X_os_nazad3	M7.3	Bit za X - os nazad
30		Bit_za_X_os_napred4	M7.4	Bit za X - os napred
31		Bit_za_X_os_nazad4	M7.5	Bit za X - os nazad
32		Bit_za_X_os_napred5	M7.6	Bit za X - os napred
33		Bit_za_X_os_nazad5	M7.7	Bit za X - os nazad
34		Bit_za_X_os_nazad6	M8.6	Bit za X - os nazad
35		Bit_za_Y_os_desno1	M2.2	Bit za Y - desno
36		Bit_za_Y_os_lijevo1	M2.3	Bit za Y - lijevo
37		Bit_za_Y_os_desno2	M5.0	Bit za Y - desno
38		Bit_za_Y_os_lijevo_2	M5.1	Bit za Y - lijevo
39		Bit_za_Y_os_desno_3	M5.2	Bit za Y - desno
40		Bit_za_Y_os_lijevo_3	M5.3	Bit za Y - lijevo
41		Bit_za_Z_os_dolje1	M2.4	Bit za Z - os dolje
42		Bit_za_Z_os_dolje2	M2.5	Bit za Z - os dolje
43		Bit_za_Z_os_dolje3	M2.6	Bit za Z - os dolje
44		Bit_za_Z_os_dolje4	M2.7	Bit za Z - os dolje
45		Bit_za_Z_os_dolje5	M3.0	Bit za Z - os dolje
46		Bit_za_Z_os_dolje6	M3.1	Bit za Z - os dolje
47		Bit_za_Z_os_dolje7	M3.2	Bit za Z - os dolje
48		Bit_za_Z_os_dolje8	M3.3	Bit za Z - os dolje
49		Bit_za_Z_os_dolje9	M3.4	Bit za Z - os dolje
50		Bit_za_Z_os_dolje10	M8.3	Bit za Z - os dolje

Slika 5.2 Tablica simbola 2

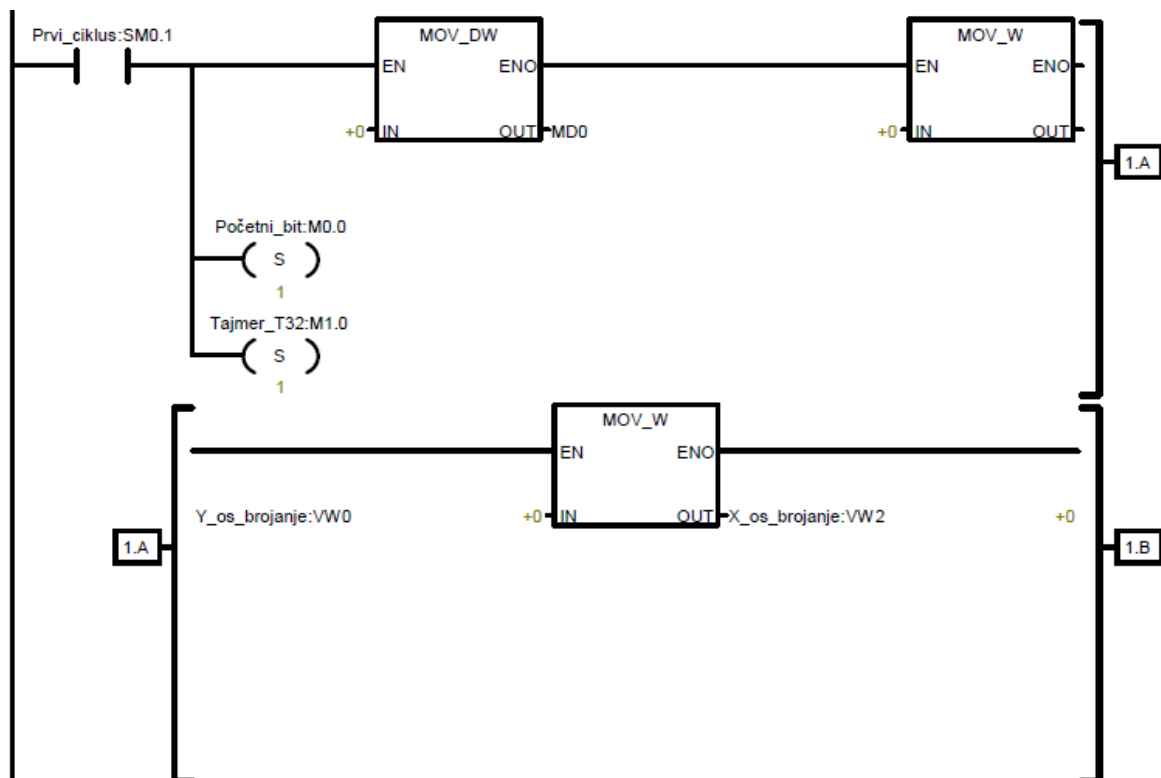
51		Bit_za_Z_os_dolje11	M8.4	Bit za Z - os dolje
52		Bit_za_Z_os_gore1	M3.6	Bit za Z - os gore
53		Bit_za_Z_os_gore2	M3.7	Bit za Z - os gore
54		Bit_za_Z_os_gore3	M4.0	Bit za Z - os gore
55		Bit_za_Z_os_gore4	M4.1	Bit za Z - os gore
56		Bit_za_Z_os_gore5	M4.2	Bit za Z - os gore
57		Bit_za_Z_os_gore6	M4.3	Bit za Z - os gore
58		Bit_za_Z_os_gore7	M4.4	Bit za Z - os gore
59		Bit_za_Z_os_gore8	M4.5	Bit za Z - os gore
60		Bit_za_Z_os_gore9	M4.6	Bit za Z - os gore
61		Bit_za_Z_os_gore10	M8.5	Bit za Z - os gore
62		Bit_za_Y_os	M10.1	Spremanje impulsa Y - os (+120)
63		Bit_za_X_os	M10.2	Spremanje impulsa X - os (+150)
64		Bit_za_Z_os	M10.3	Spremanje impulsa Z - os (+500)
65		X_Y_Z	M11.0	Spremanje imuplsa X, Y, Z os
66		Pneumatska_prihvatnica	M25.0	Aktivacija pneumatske prihvatnice

Slika 5.3 Tablica simbola 3

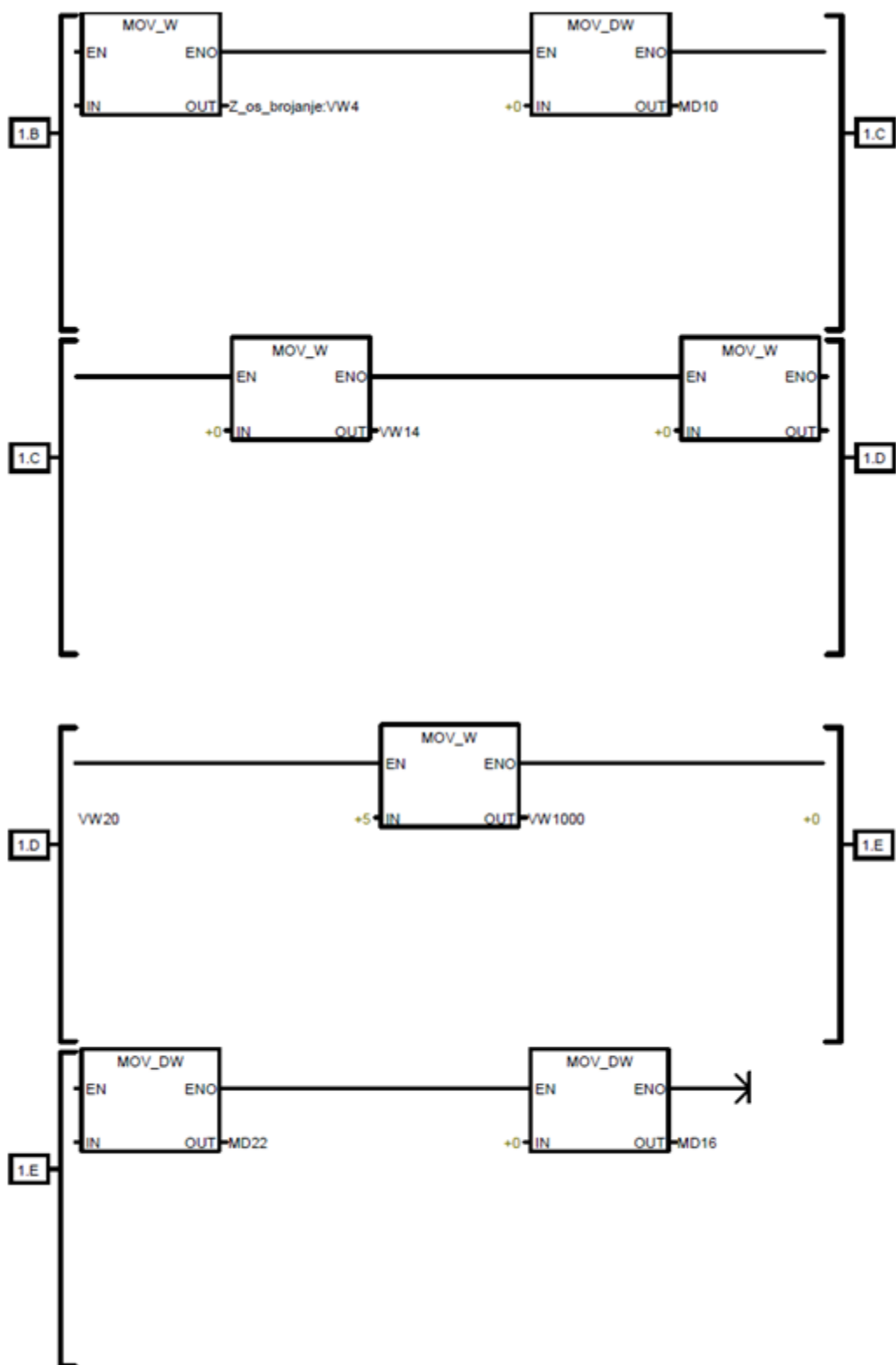
6. PROGRAM ZA UPRAVLJANJE TTT - MANIPULATORA

U prvom ciklusu programa potrebno je sva korištena memorijska mjesta postaviti u nulu. Ako je PLC već radio, u memorijska mjesta koja se koriste za poziciju i impulse gibanja upisat će se neka vrijednost. Kod ponovnog pokretanja PLC-a sva ta memorijska mjesta moraju biti postavljena u nulu da ne bi došlo do krivog izvršavanja programa. Sistemski bit SM0.1 izvršava se samo u prvom ciklusu programa i zato se koristi u prvom network-u. Na slici 6.1 i 6.2 prikazan je način postavljanja svih korištenih bitova u logičku „0“.

Network 1



Slika 6.1 Network 1 AB



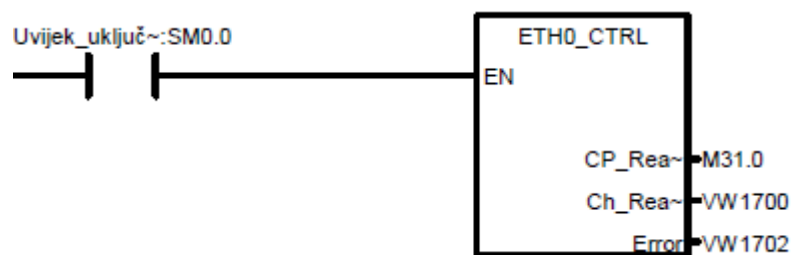
Slika 6.2 Network 1 CDE

Memorijsko mjesto VW0 koristi se za brojanje impulsa koje manipulator prođe po y-osi. VW2 za x-os, a VW4 se koristi za z-os. U programu je na početku isto tako postavljena varijabilna

memorija VW1000 koja služi za upravljanje brzine signala vremenskih brojača. Memorijski bit M0.0 se koristi za pokretanje programa, dok memorijski bit M1.0 pokreće rad vremenskih brojača.

Network 2

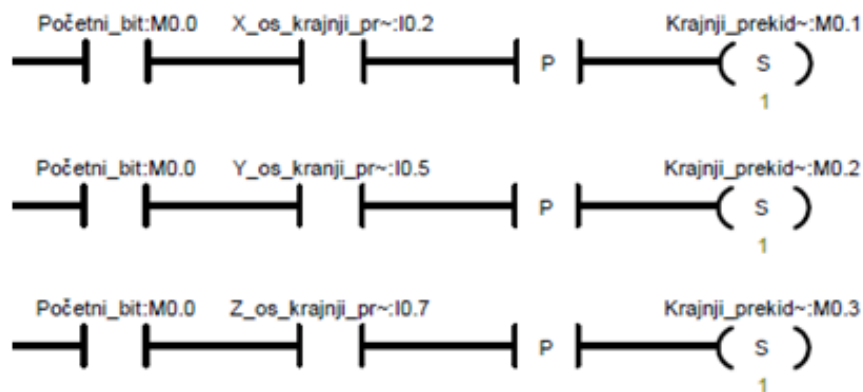
Network 2 služi za komunikaciju preko ethernet kabla.



Slika 6.3 Network 2

Network 3, 4 i 5

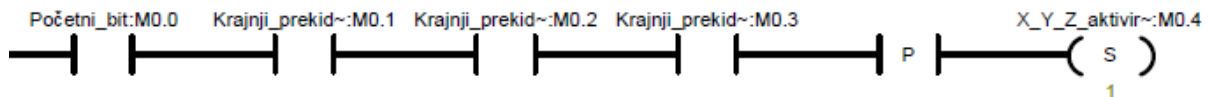
Kada postavimo PLC u „RUN mode“, manipulator se počinje kretati prema krajnjim prekidačima. Krajnji prekidači služe tomu da kada ih manipulator aktivira on odmah stane s radom. Na ulaze I0.2, I0.5 i I0.7 (x, y, z-os) spojeni su krajnji prekidači.



Slika 6.4 Network 3, 4, 5

Network 6

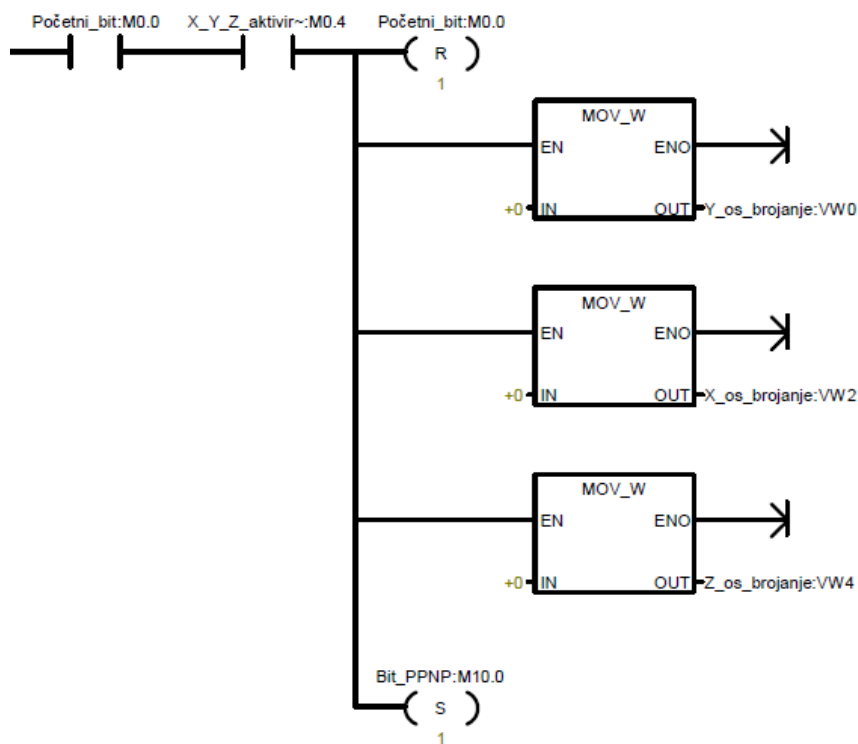
M0.1, M0.2 i M0.3 su memorijski bitovi koji ukazuju da su aktivirani krajnji prekidači. Kada su aktivirana sva tri krajnja prekidača postavlja se novi memorijski bit M0.4 koji se koristi u nastavku programa.



Slika 6.5 Network 6

Network 7

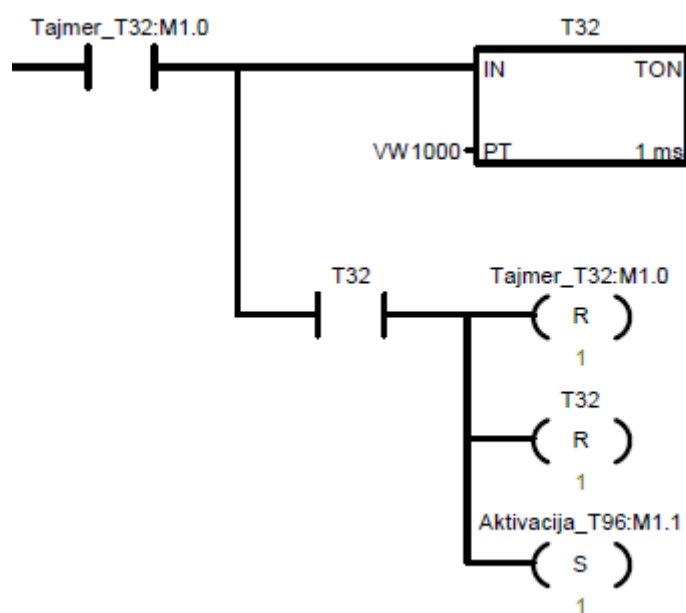
U nastavku se resetira memorijski bit M0.0 koji se koristi za početno izvođenje programa. Memorijski bit M0.4 postavljen je u visoko stanje samo ako su sva tri krajnja prekidača u logičkoj jedinici. VW0, VW2 i VW4 koriste se za brojanje impulsa koje manipulator prijeđe po pojedinoj osi, a pošto se već izvršavalo neko gibanje te je u njih upisan neki broj, potrebno je ponovno postaviti sve u nulu.



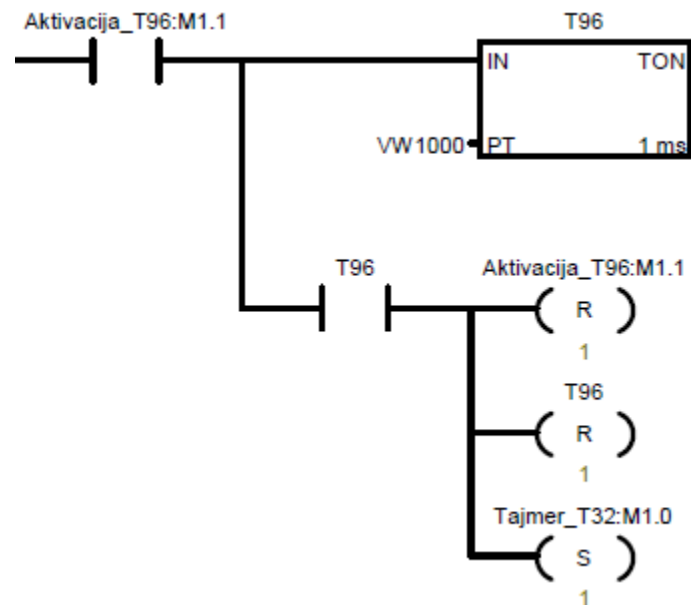
Slika 6.6 Network 7

Network 8 i 9

Vremenski brojači koji se koriste su TON tipa, T32 i T96 te imaju vremensku bazu od 1 milisekunde. Na početku programa u ulaznu varijablu VW1000 postavljen je broj 1, taj broj množi se s vremenskom bazom brojača i označava vrijeme nakon kojega će provesti signal. Memorijski bit M1.0 koji je postavljen u prvom networku aktivira brojač T32. Nakon što vremenski brojač izbroji zadane milisekunde, resetira bit M1.0 i T32 kako bi se zaustavilo brojanje.



Slika 6.7 Network 8

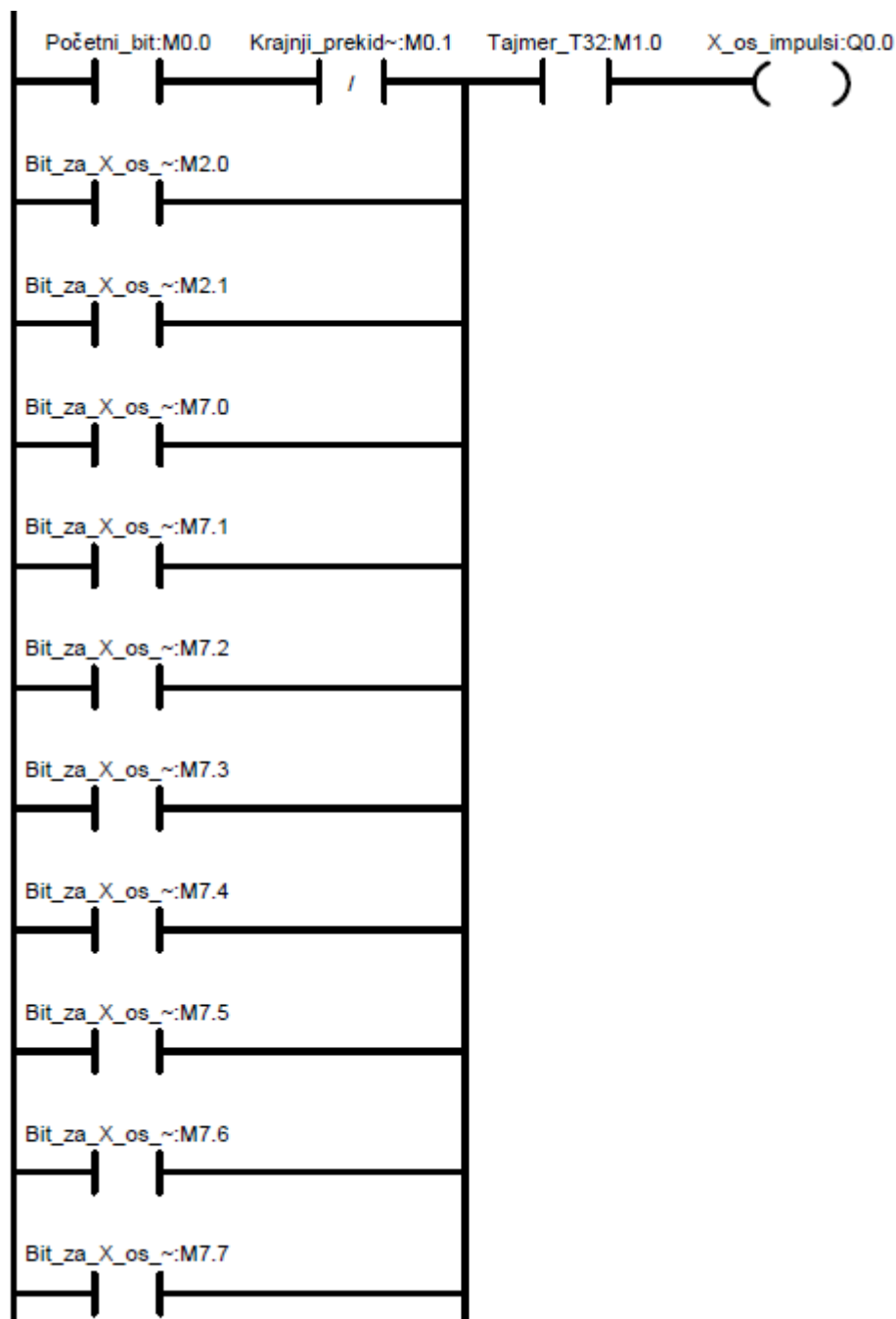


Slika 6.8 Network 9

M1.1 uključuje brojač T96 koji osigurava visoko stanje. Ulazna varijabla mora biti ista kao i kod vremenskog brojača T32 kako bi se dobio pravokutni signal. Nakon što vremenski brojač T96 izbroji zadane milisekunde, resetira korišteni memorijski bit M1.1, resetira vremenski brojač T96 da ne bi i dalje nastavio brojati, a ponovno postavlja memorijski bit M1.0 kako bi brojač T32 počeo brojati.

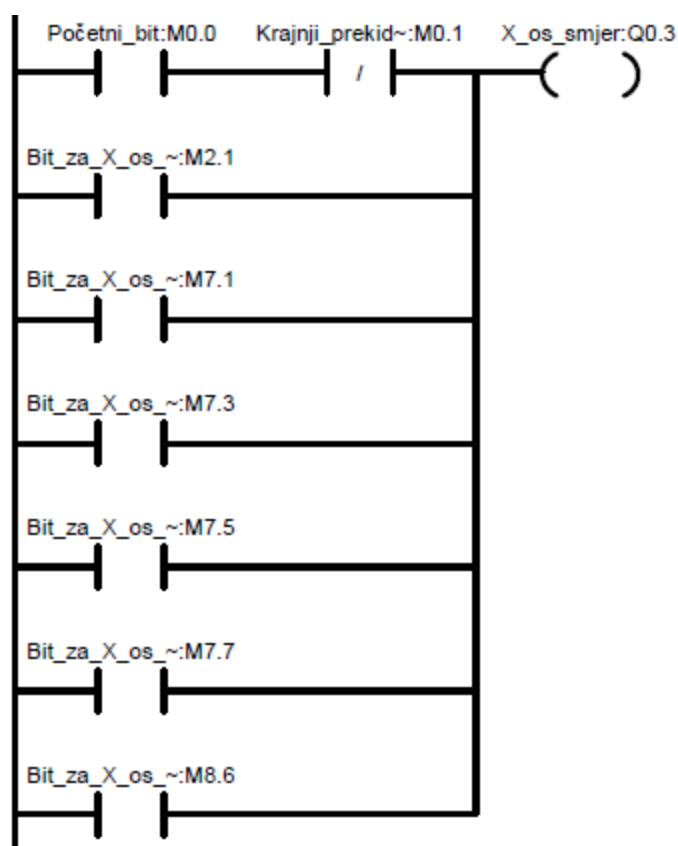
Network 10 i 11

Driveri za motore moraju dobiti dva signala. Jedan signal je broj impulsa, a drugi smjer vrtnja motora. Na izlaze Q0.0, Q0.1 i Q0.2 (x, y, z-os) dovode se impulsi za gibanje po pojedinoj osi. Izlazi Q0.3, Q0.4 i Q0.5 određuju smjer vrtnje pojedinih motora, ovisno da li je izlaz u logičkoj „0“ ili „1“.



Slika 6.9 Network 10

Memorijski bit M0.1 je negiran jer se postavlja u logičku jedinicu samo onda kada manipulator aktivira krajnji prekidač spojen na ulaz PLC-a I0.2. U seriju je spojen i memorijski bit M1.0 koji je spojen na brojač T32 jer osigurava visoko stanje vođenja. Bitovi M2.0, M2.1, M7.0, M7.1, M7.2, M7.3, M7.4, M7.5, M7.6, M7.7 spojeni su paralelno i koriste se za pojedini smjer vrtnje motora. M2.0, M7.0, M7.2, M7.4 i M7.6 su memorijski bitovi koji se koriste za kretanju manipulatora po x-osi prema naprijed.

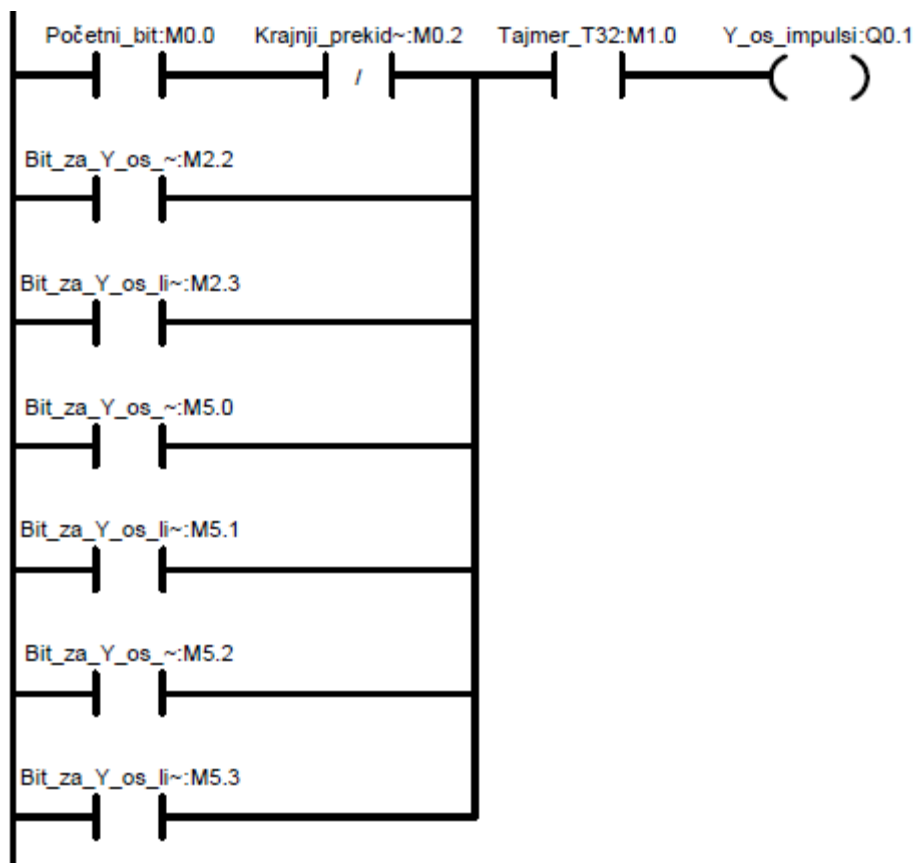


Slika 6.10 Network 11

Ako je izlaz Q0.3 u logičkoj jedinici motor se vrti u jednu stranu, a ako je u logičkoj nuli vrti se u drugu stranu. Bitovi M0.0 i M0.1 koriste se samo onda kada se manipulator pozicionira, a bitovi M2.1, M7.1, M7.3, M7.5, M7.7 i M8.6 se koriste kada se manipulator kreće prema nazad po x-osi.

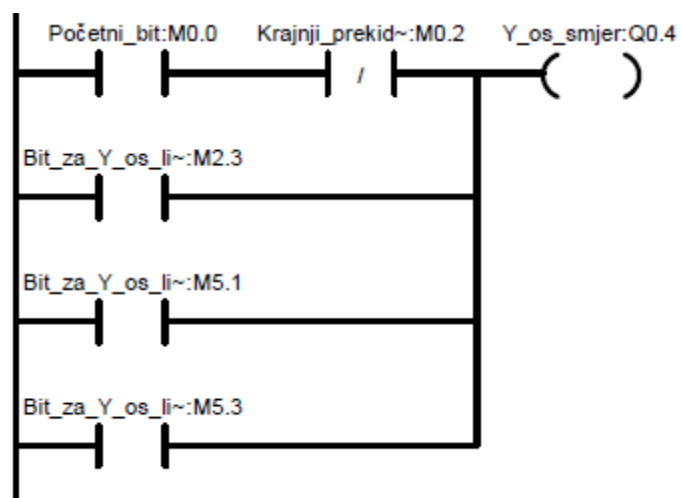
Network 12 i 13

Network 12 i 13 baziraju se na istom principu kao i prošla dva networka, samo se sada upravlja impulsima i smjerom y-osi. Na izlaz Q0.1 dovode se impulsi, a na izlaz Q0.4 smjer vrtnje motora.



Slika 6.11 Network 12

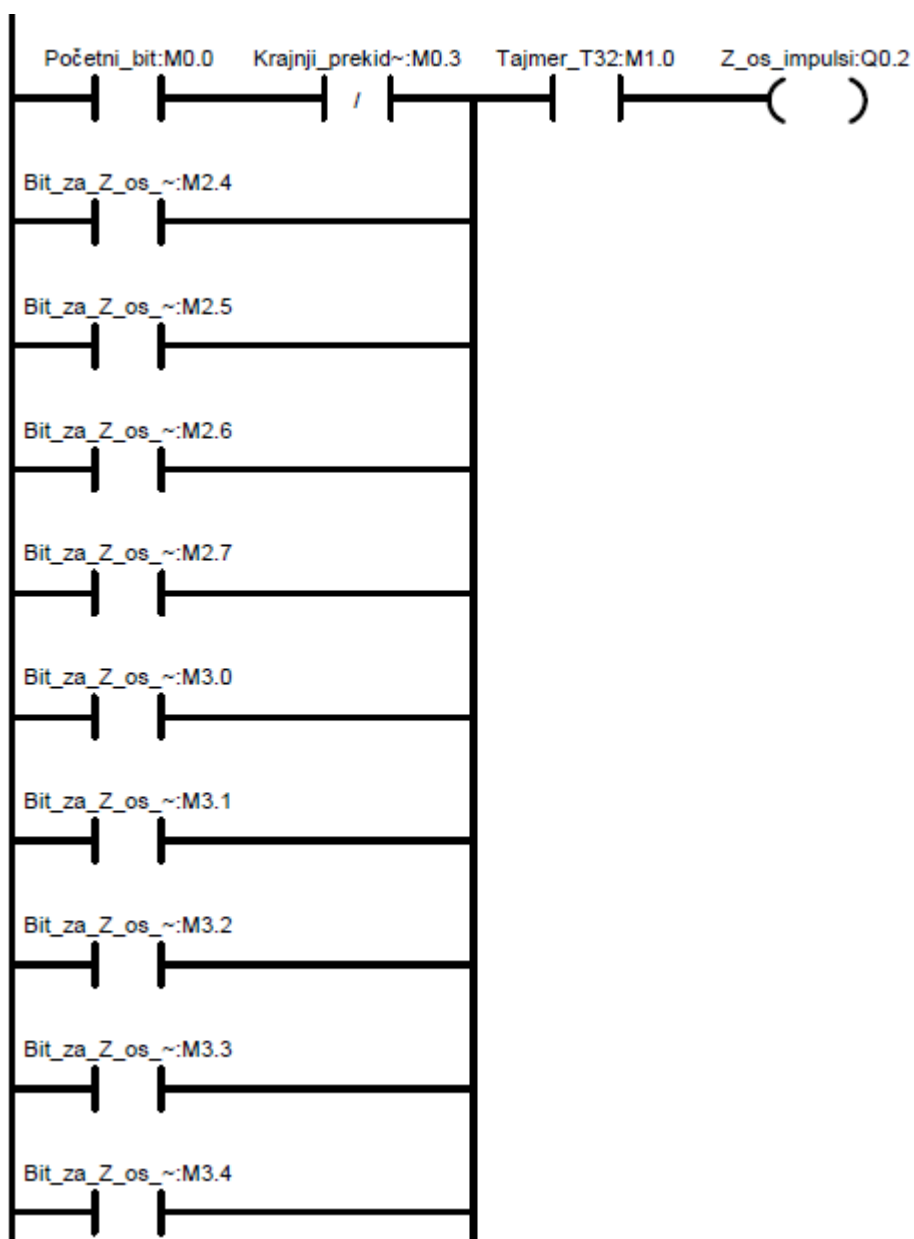
Memorijski bitovi M2.2, M5.0 i M5.2 se koriste za kretnju manipulatora po y-osi prema desno, dok se memorijski bitovi M2.3, M5.1 i M5.3 koriste za pomak manipulatora prema lijevo.



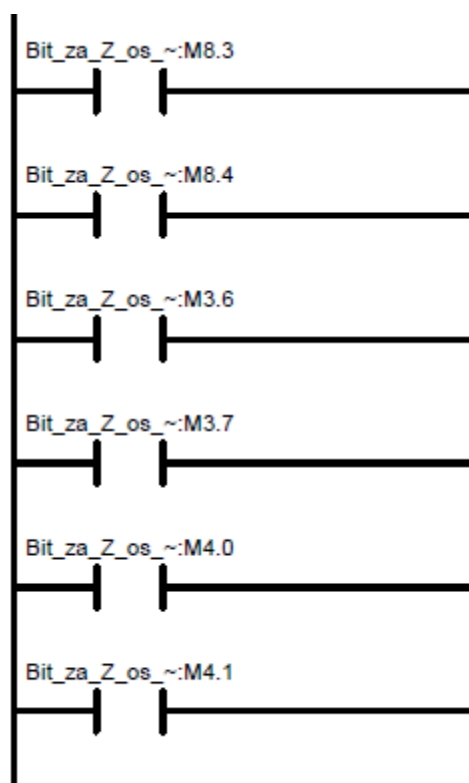
Slika 6.12 Network 13

Network 14 i 15

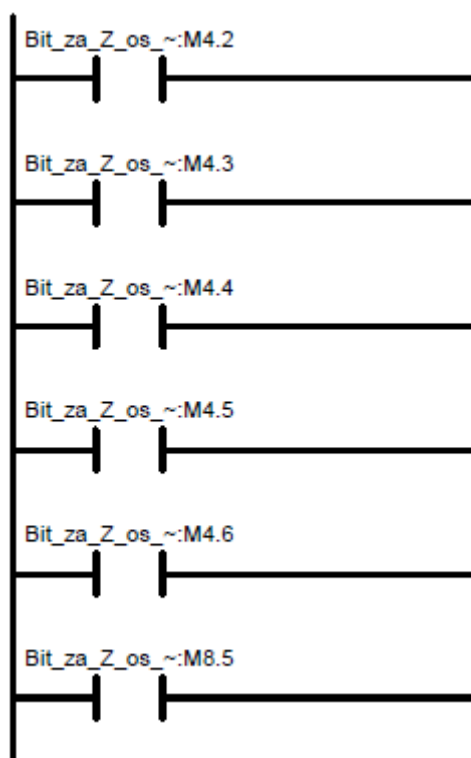
Network 14 i 15 rade na istom principu kao i prošla četiri networka samo što su vezani za z-os. Memorijski bitovi M2.4, M2.5, M2.6, M2.7, M3.0, M3.1, M3.2, M3.3, M3.4, M8.3 i M8.4 se koriste za pomak manipulatora po z–osi prema dolje, dok se memorijski bitovi M3.6, M3.7, M4.0, M4.1, M4.2, M4.3, M4.4, M4.5, M4.6, M8.5 koriste za pomak manipulatora po z–osi prema gore.



Slika 6.13 Network 14



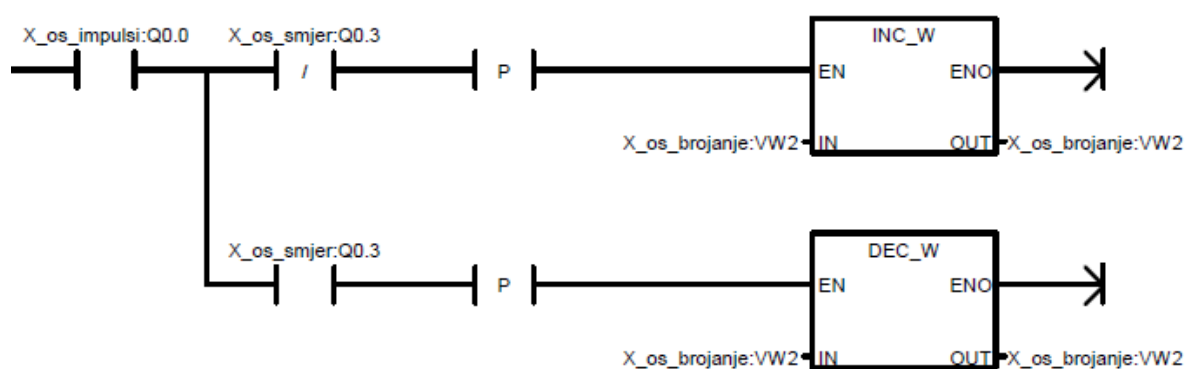
Slika 6.14 Network 14



Slika 6.15 Network 15

Network 16

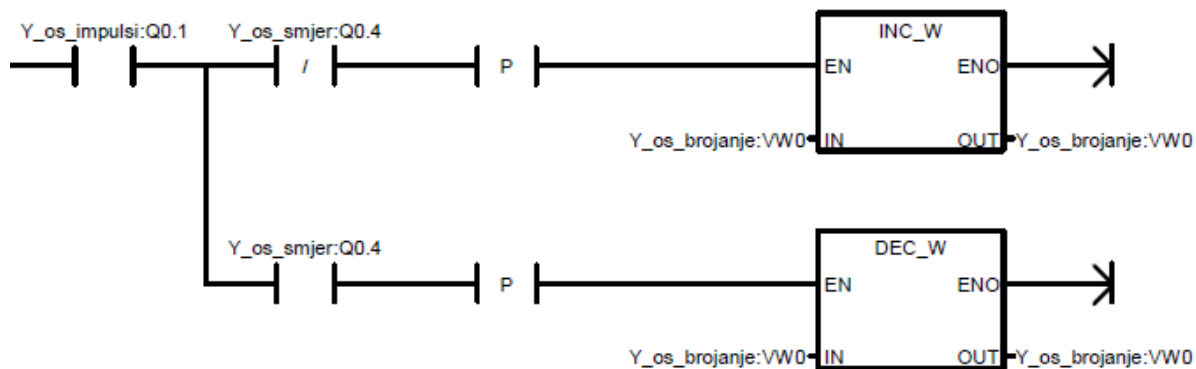
VW0, VW2 i VW4 koriste se za pospremanje broja impulsa. Pomoću operacijskog bloka INC_W zbrajaju se impulsi, dok se pomoću bloka DEC_W oduzimaju. Na početku svakog retka se nalazi memorijski bit Q0.0 koji je generator impulsa X-osi, a izlaz Q0.3 određuje smjer vrtnje motora po x-osi. Ovisno da li je izlaz Q0.3 u visokom ili niskom stanju definira se smjer vrtnje motora. Ako je izlaz Q0.3 negiran, u seriju je spojen INC_W koji zbraja impulse, a u suprotnom kada je Q0.3 u visokom stanju, koristi se blok DEC_W za oduzimanje impulsa x-osi.



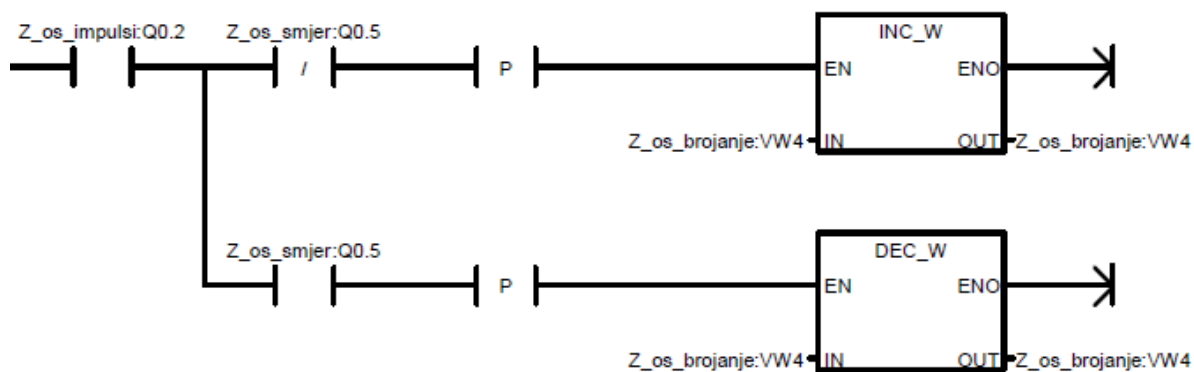
Slika 6.16 Network 16

Network 17 i 18

Network 17 i 18 rade na istom princip kao i network 16 samo su vezani za zbrajanje i oduzimanje impulsa po y i z-osi.



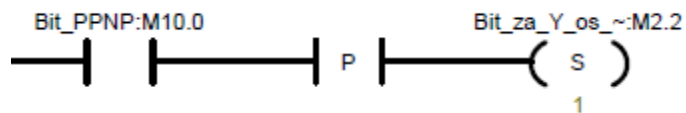
Slika 6.17 Network 17



Slika 6.18 Network 18

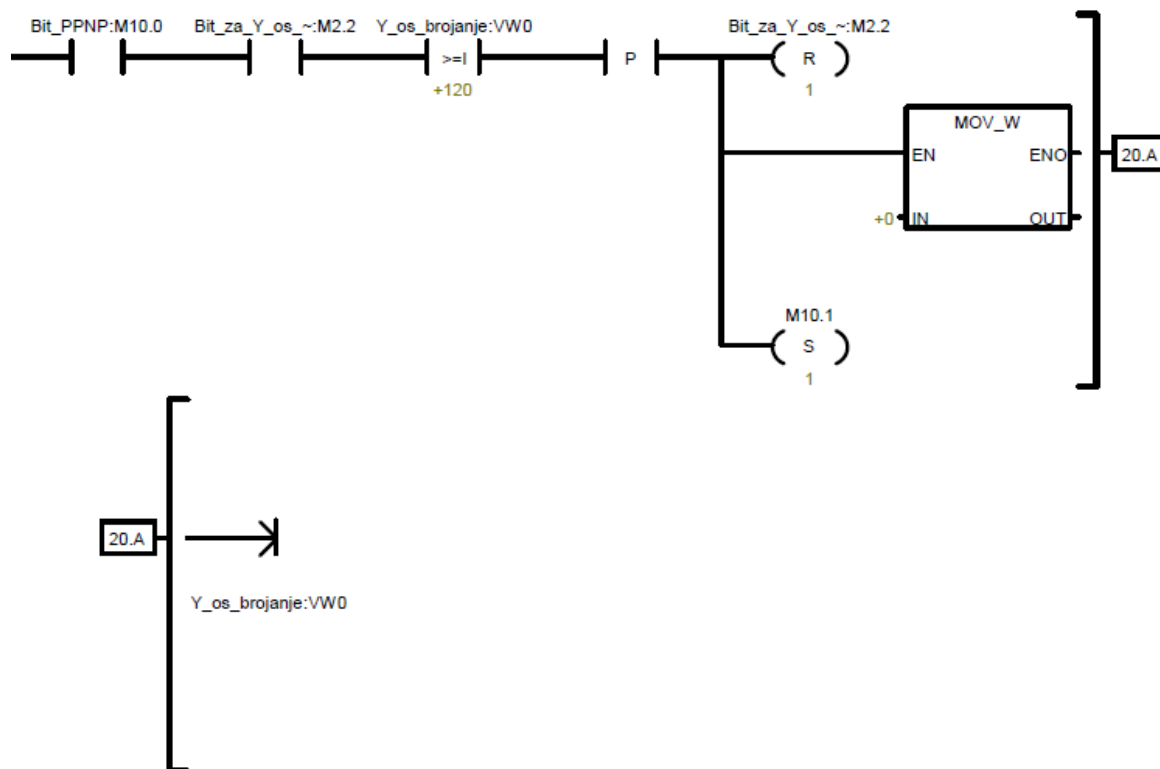
Network 19 i 20

Pozicioniranje se pokreće memorijskim bitom M10.0 koji setira memorijski bit M2.2 koji pokreće motor po y-osi za 120 impulsa prema desno.



Slika 6.19 Network 19

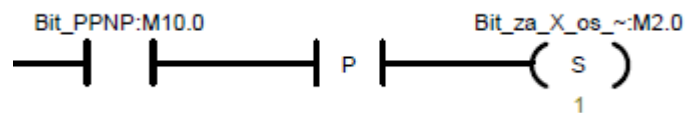
Kada u networku 20 broj dosegne 120 impulsa resetira se bit M2.2 da se zaustavi motor i postavlja se nula u varijabilnu memoriju VW0.



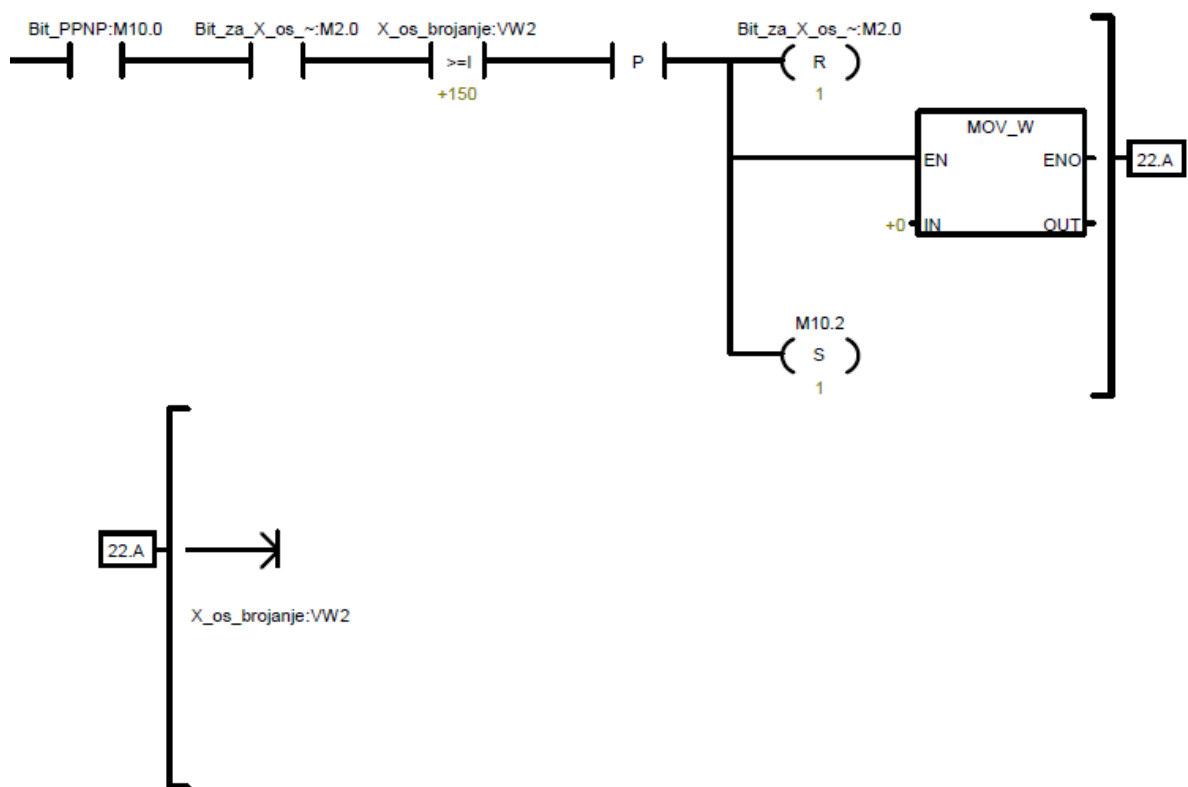
Slika 6.20 Network 20

Network 21 i 22

Network 21 i 22 rade na istom principu kao i network 19 i 20 jedino što su vezani za x-os te u ovom slučaju broj impulsa je 150.



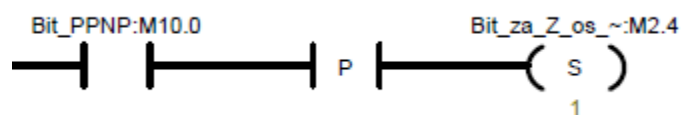
Slika 6.21 Network 21



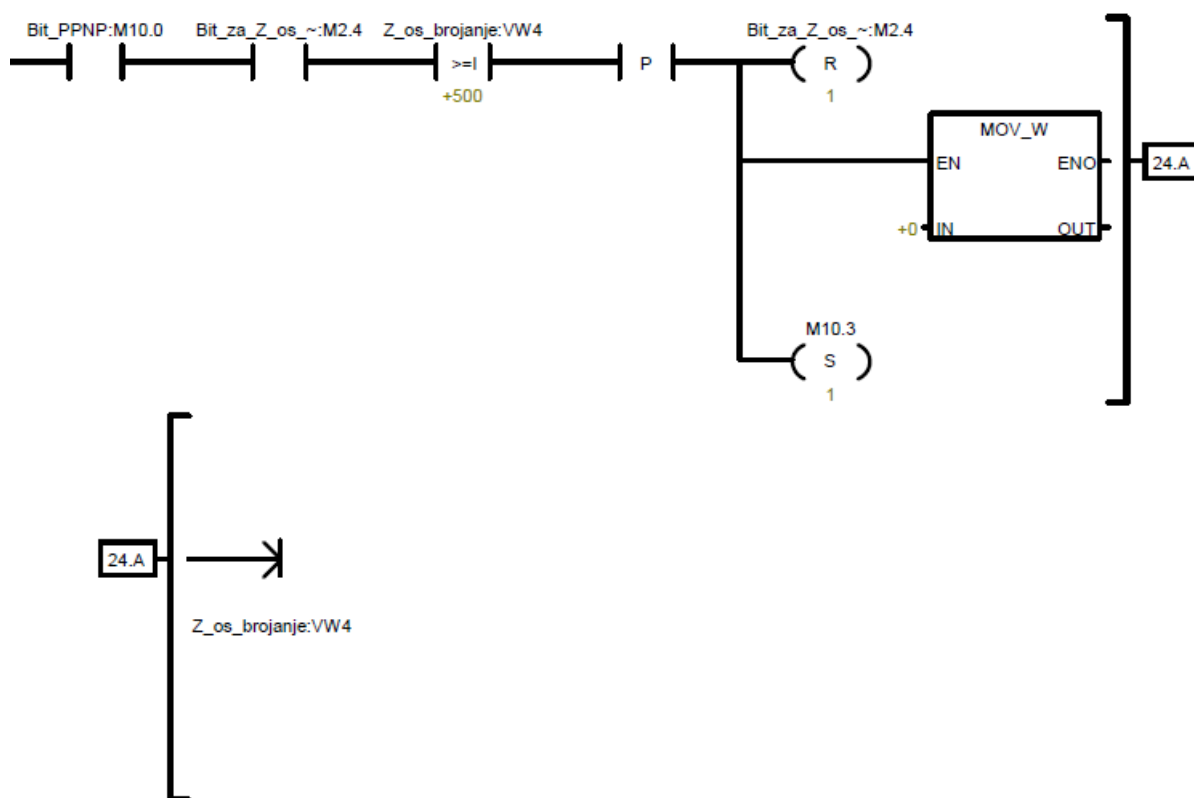
Slika 6.22 Network 22

Network 23 i 24

Network 23 i 24 rade identično kao i prethodna četiri networka osim što se ovdje radi o z–osi prema dolje za 500 impulsa.



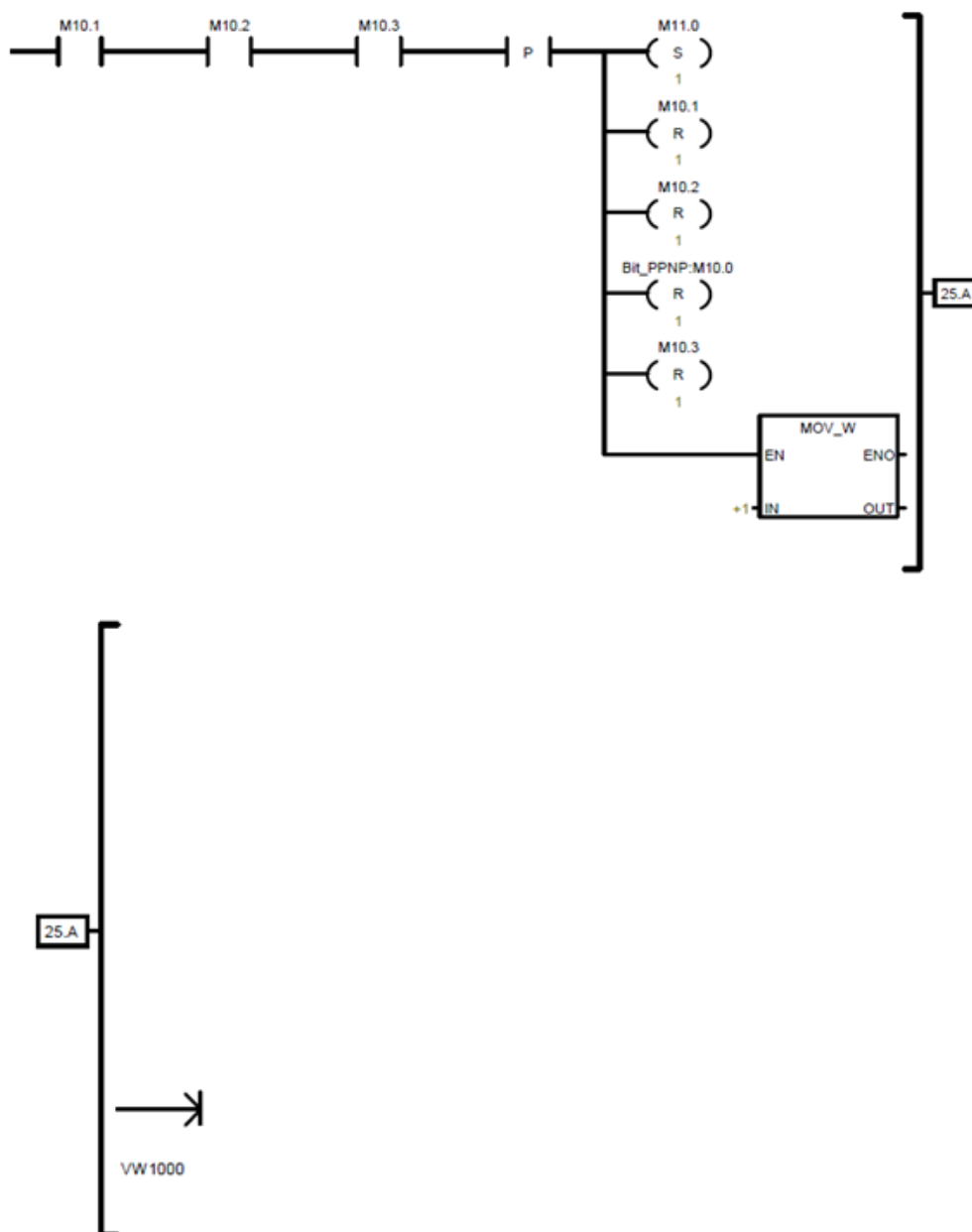
Slika 6.23 Network 23



Slika 6.24 Network 24

Network 25

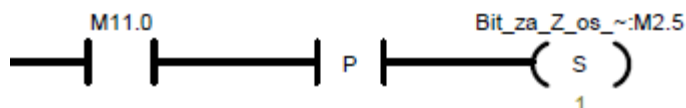
Kada sve osi dođu na poziciju prve kockice i setiraju se bitovi M10.1, M10.2, M10.3, prvo se resetiraju svi korišteni bitovi u ovom ciklusu. Zatim se setira bit M11.0 za sljedeći pomak. U memoriju VW1000 se postavlja 1 što znači da je brzina generiranja impulsa 1 ms.



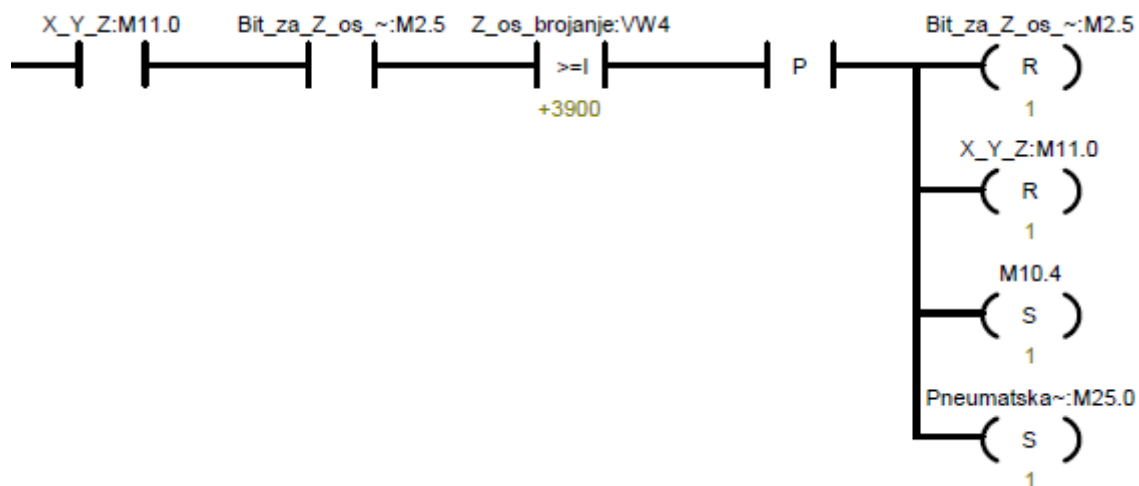
Slika 6.25 Network 25

Network 26 i 27

Network 26 i 27 služe za pokretanje prihvatnice po z-osi prema dolje. Nakon setiranja bita M11.0 setira se bit M2.5 koji pokreće motor. Kada se nabroji do 3900 impulsa motor se zaustavlja i daje nalog za prihvatnicu pomoću memorijskog bita M25.0. Memorijski bit M25.0 se koristi za aktiviranje pneumatskog razvodnika koji putem pneumatike steže čeljusti prihvatnice.



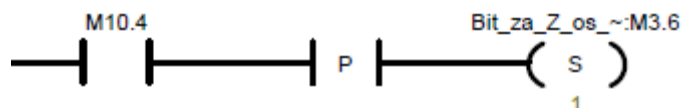
Slika 6.26 Network 26



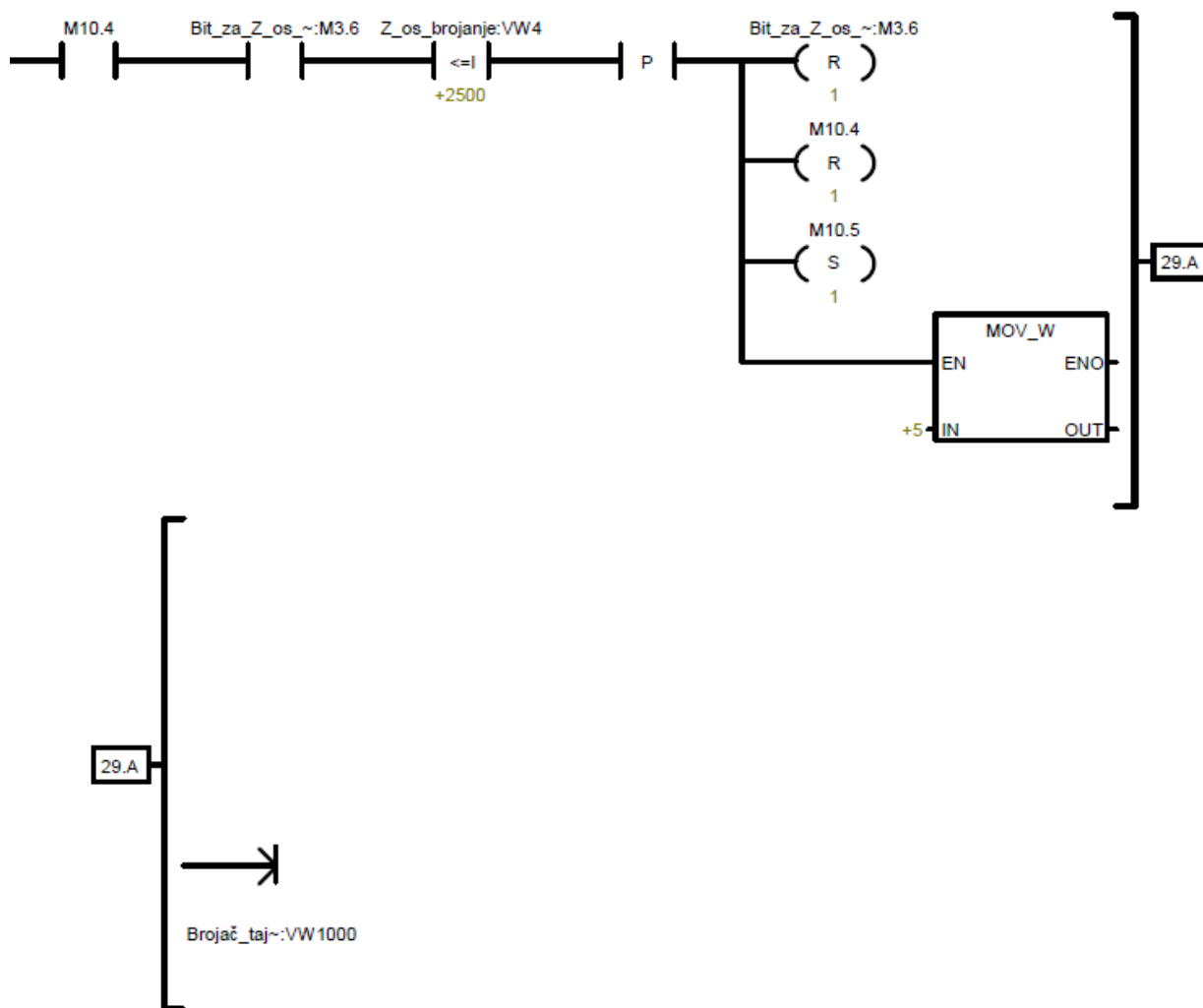
Slika 6.27 Network 27

Network 28 i 29

Nakon što prihvatnica prihvati kockicu, prihvatnica kreće prema gore za 2500 impulsa. Kada prihvatnica dođe na zadanu poziciju, setira se bit M10.5. Isto tako, za smanjenje brzine u varijablu VW1000 se postavlja 5 tako da je brzina impulsa 5 ms.



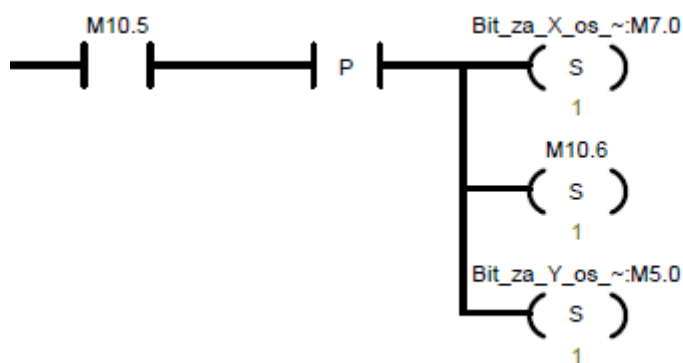
Slika 6.28 Network 28



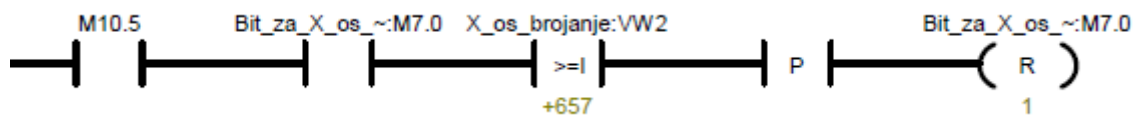
Slika 6.29 Network 29

Network 30, 31 i 32

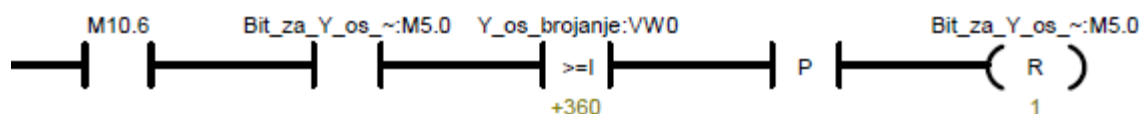
Memorijskim bitom M10.5 setira se M7.0 koji služi za kretanje prihvatnice po x-osi prema naprijed. Memorijski bit M10.6 će aktivirati memorijski bit M5.0 koji služi za kretanje y-os prema desno. U ovom slučaju se x i y-os kreću stimulatивно. X os za 657 impulsa, y-os za 360 impulsa. Kada manipulator dođe na zadanu poziciju resetiraju se memorijski bitovi M7.0 i M5.0.



Slika 6.30 Network 30



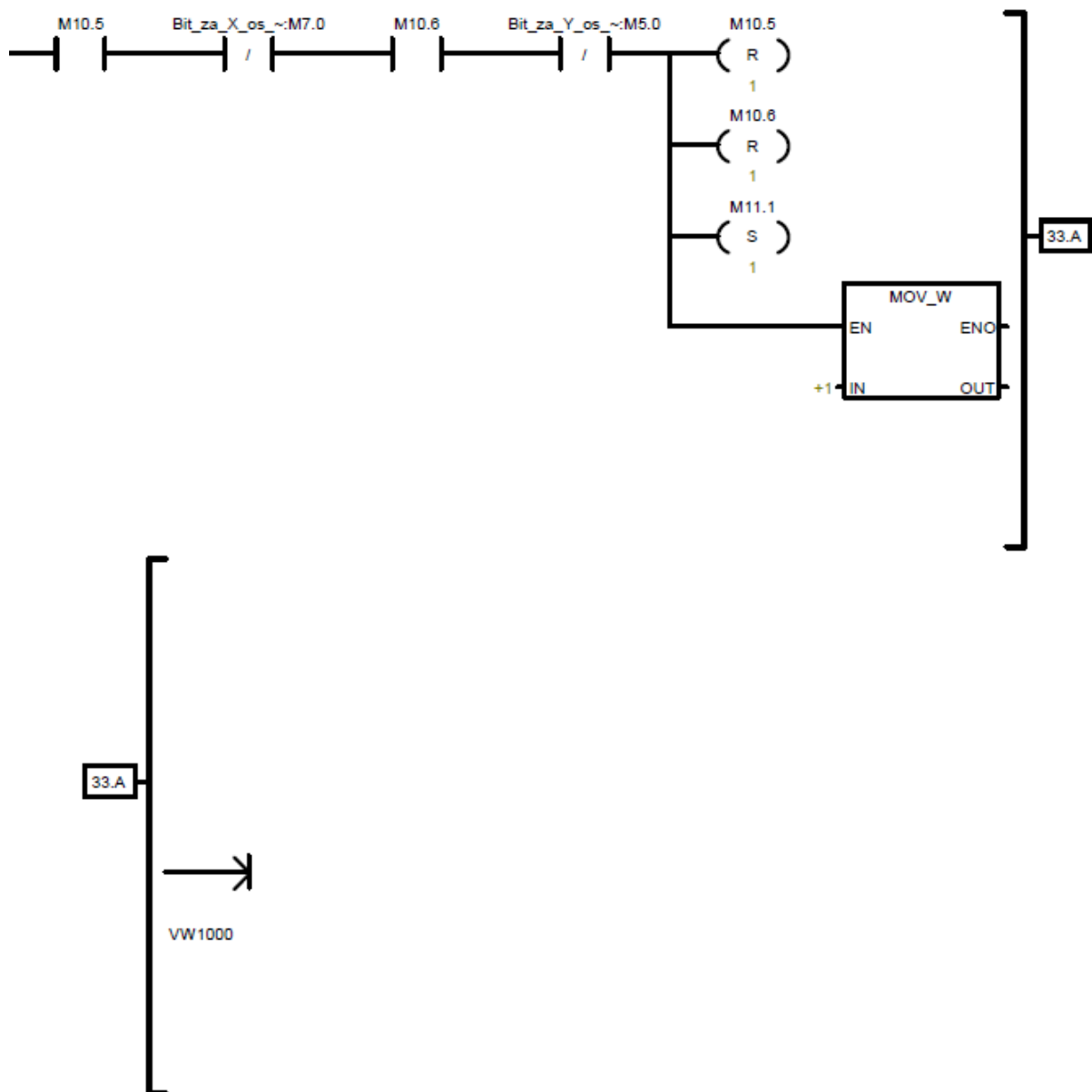
Slika 6.31 Network 31



Slika 6.32 Network 32

Network 33

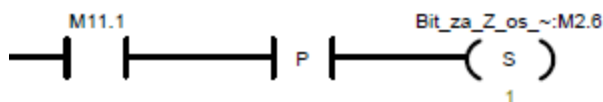
Network 33 služi za sigurnost zaustavljanja manipulatora na zadanoj poziciji. Memorijski bitovi M10.5 i M10.6 se resetiraju. U varijablu VW1000 se stavlja vrijeme generiranja impulsa na 1 ms.



Slika 6.33 Network 33

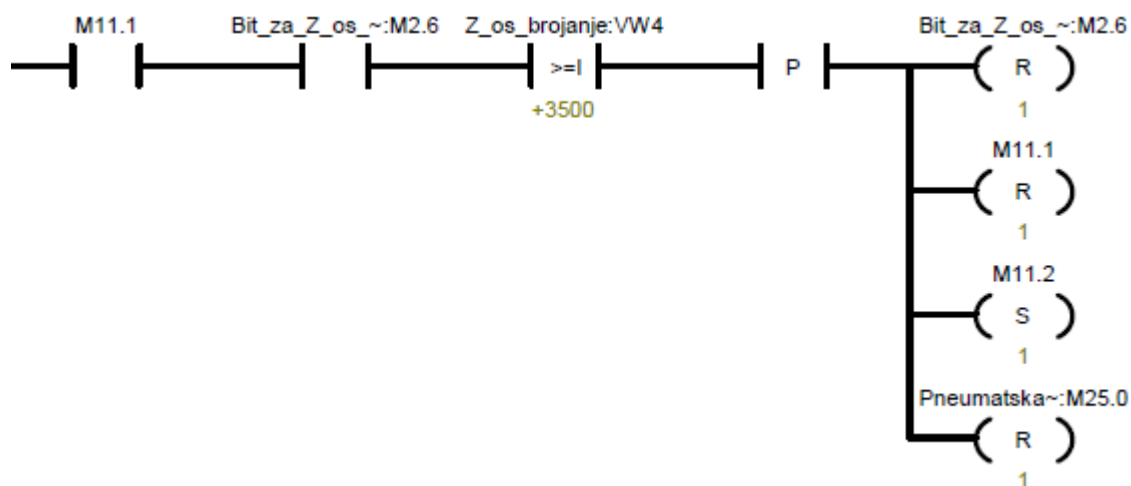
Network 34 i 35

Network 34 služi za aktivaciju memorijskog bita M2.6 koji služi za pomak prihvatnice po z–osi prema dolje.



Slika 6.34 Network 34

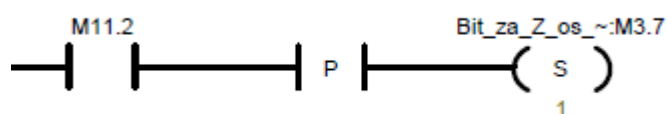
U networku 35 prihvatnica se spušta prema dolje za 3500 impulsa. Kada dosegne 3500 impulsa resetiraju se memorijski bitovi M2.6, M11 koji su se koristili za pomak prema dolje te se resetira memorijski bit M25.0 koji je zadužen za pneumatsku čeljust koja otpušta kockicu na zadanu poziciju.



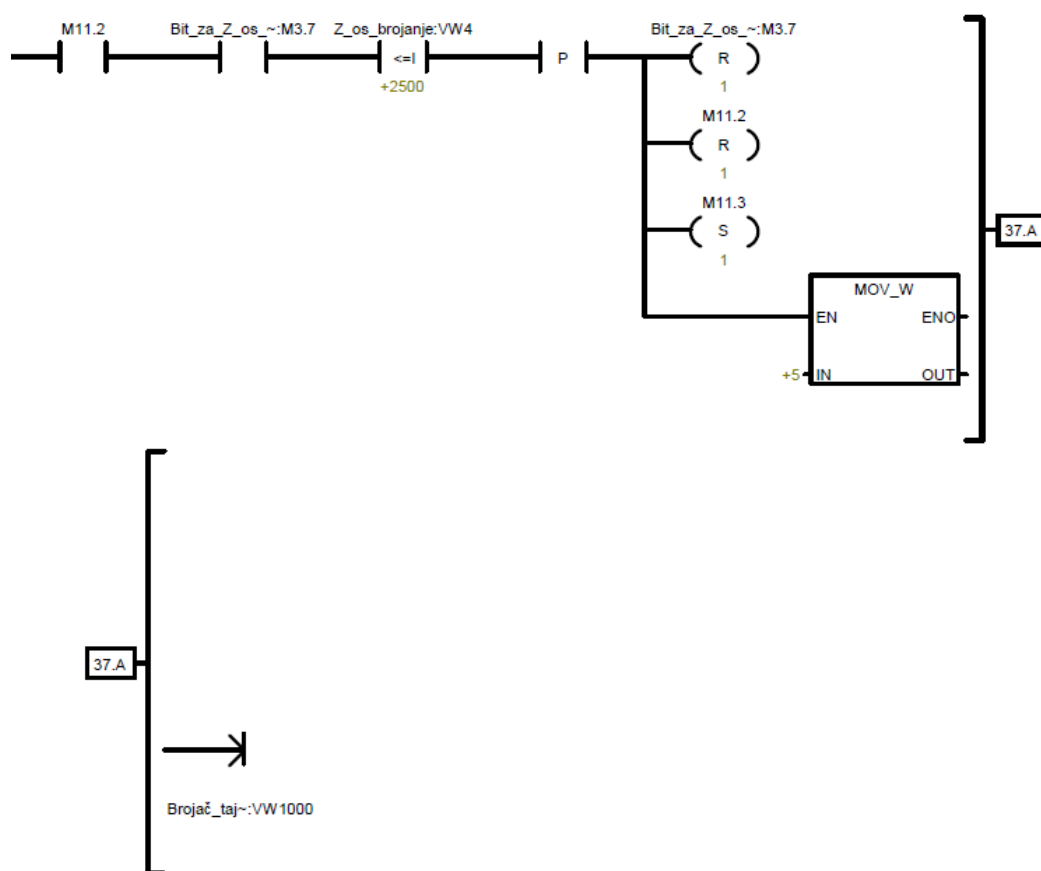
Slika 6.35 Network 35

Network 36 i 37

Network 36 i 37 su vezani za pomak prihvatnice po z-osi. Memorijski bit M11.2 aktivira memorijski bit M3.7 koji pomiče prihvatnicu prema gore za 2500 impulsa. Kada prihvatnica dođe na 2500 impulsa resetiraju se korišteni memorijski bitovi M3.7 i M11.2 te se setira memorijski bit M11.3. U ulaznu varijablu VW1000 postavlja se vrijednost 5 da bi se brzina smanjila.



Slika 6.36 Network 36

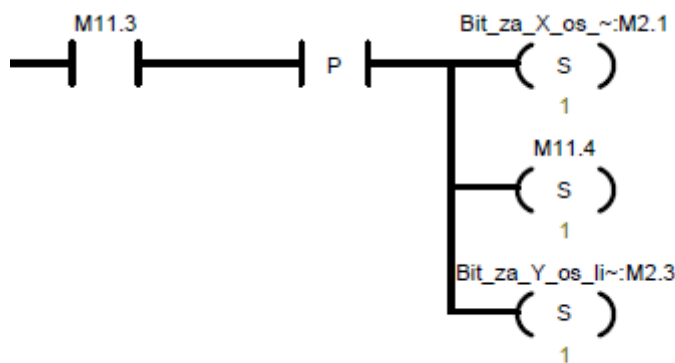


Slika 6.37 Network 37

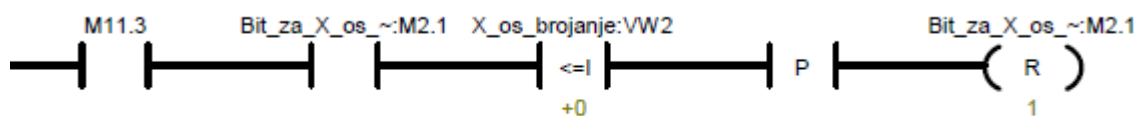
Završetkom networka 37 prihvatnica je otpustila kockicu na zadanu poziciju i vratila se prema gore na 2500 impulsa. U nastavku programa se koriste identični networki samo se mijenja broj impulsa i brzina generiranja impulsa.

Network 38, 39 i 40

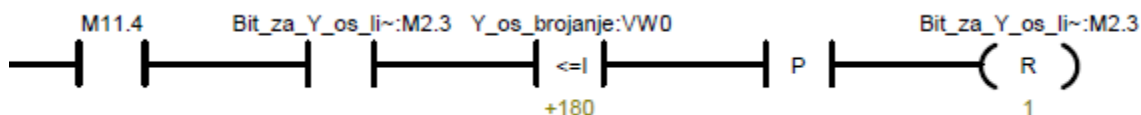
Network 38, 39 i 40 služe za vraćanje prihvatnice do druge kockice. Memorijski bit M11.3 aktivira M2.1 koji je zadužen za pomak prihvatnice po x–osi prema nazad u nultu poziciju. Isto tako, memorijski bit M11.4 aktivira memorijski bit M2.3 koji je zadužen za pomak po y – osi u lijevo za 180 impulsa.



Slika 6.38 Network 38



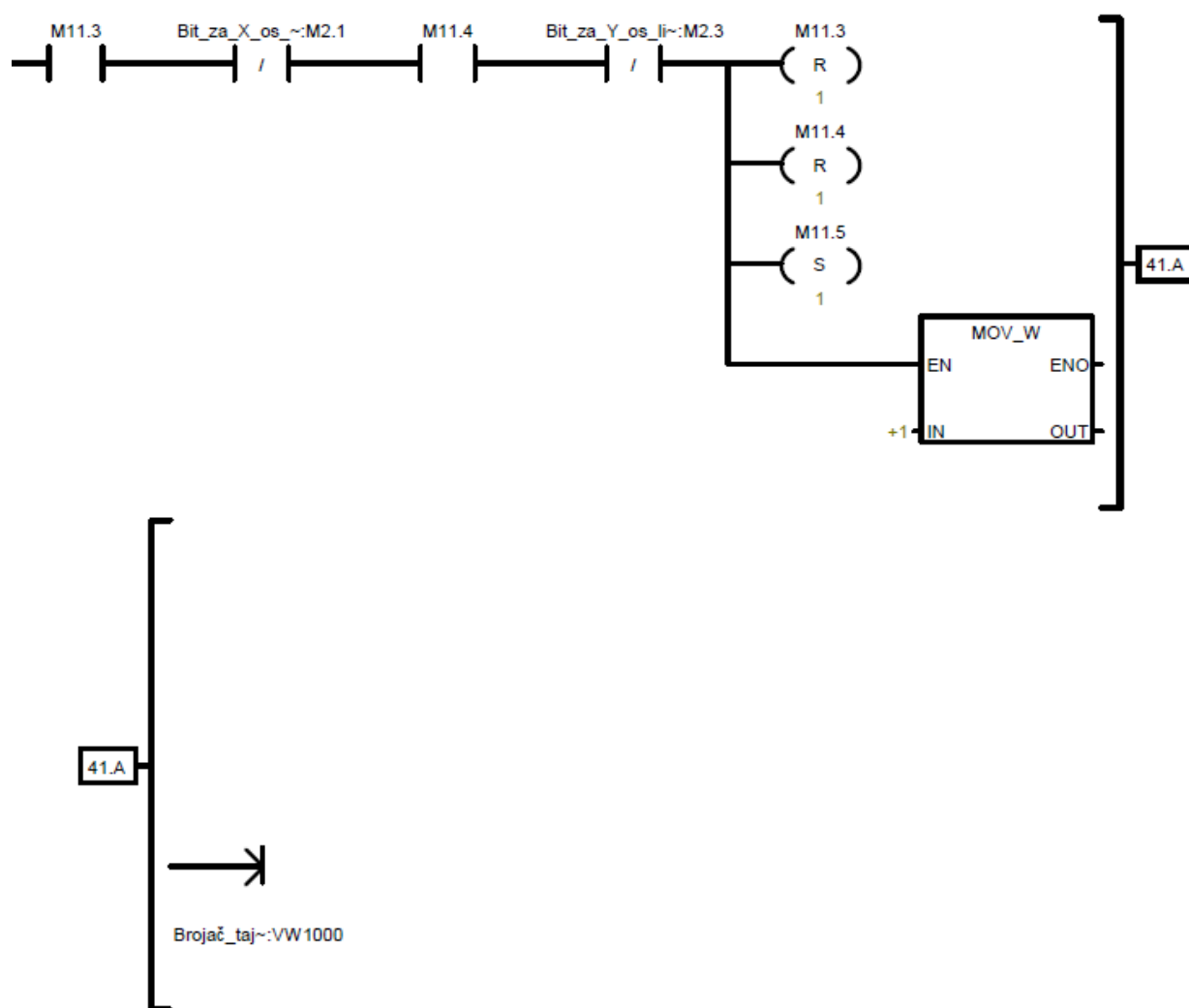
Slika 6.39 Network 39



Slika 6.40 Network 40

Network 41

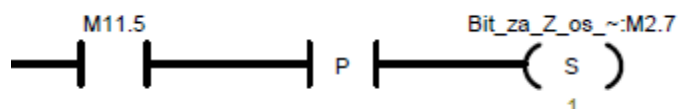
Network 41 služi kako bi se prihvatnica zaustavila na zadanoj poziciji. Resetiraju se korišteni bitovi M11.3 i M11.4. Postavlja se M11.5 za daljnji nastavak programa te se postavlja u ulaznu varijablu VW1000 1 ms.



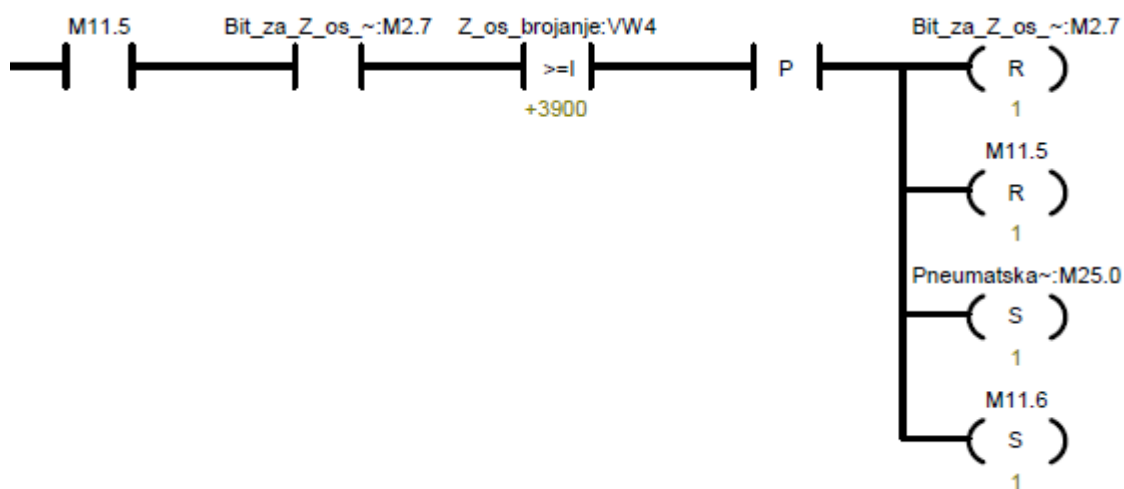
Slika 6.41 Network 41

Network 42 i 43

U networku 42 i 43 setira se M11.5 kojim se aktivira memorijski bit M2.7 koji služi za pomak po z–osi. Setiranjem memorijskog bita M2.7 prihvatnica se spušta prema dolje za 3900 impulsa te se aktivira memorijski bit M25.0 koji služi za aktivaciju pneumatske prihvatnice. M2.7 i M11.5 se resetiraju te se postavlja novi memorijski bit M11.6 za nastavak programa.



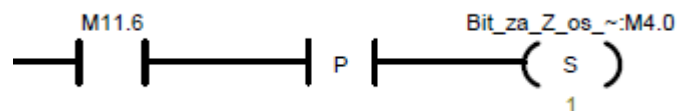
Slika 6.42 Network 42



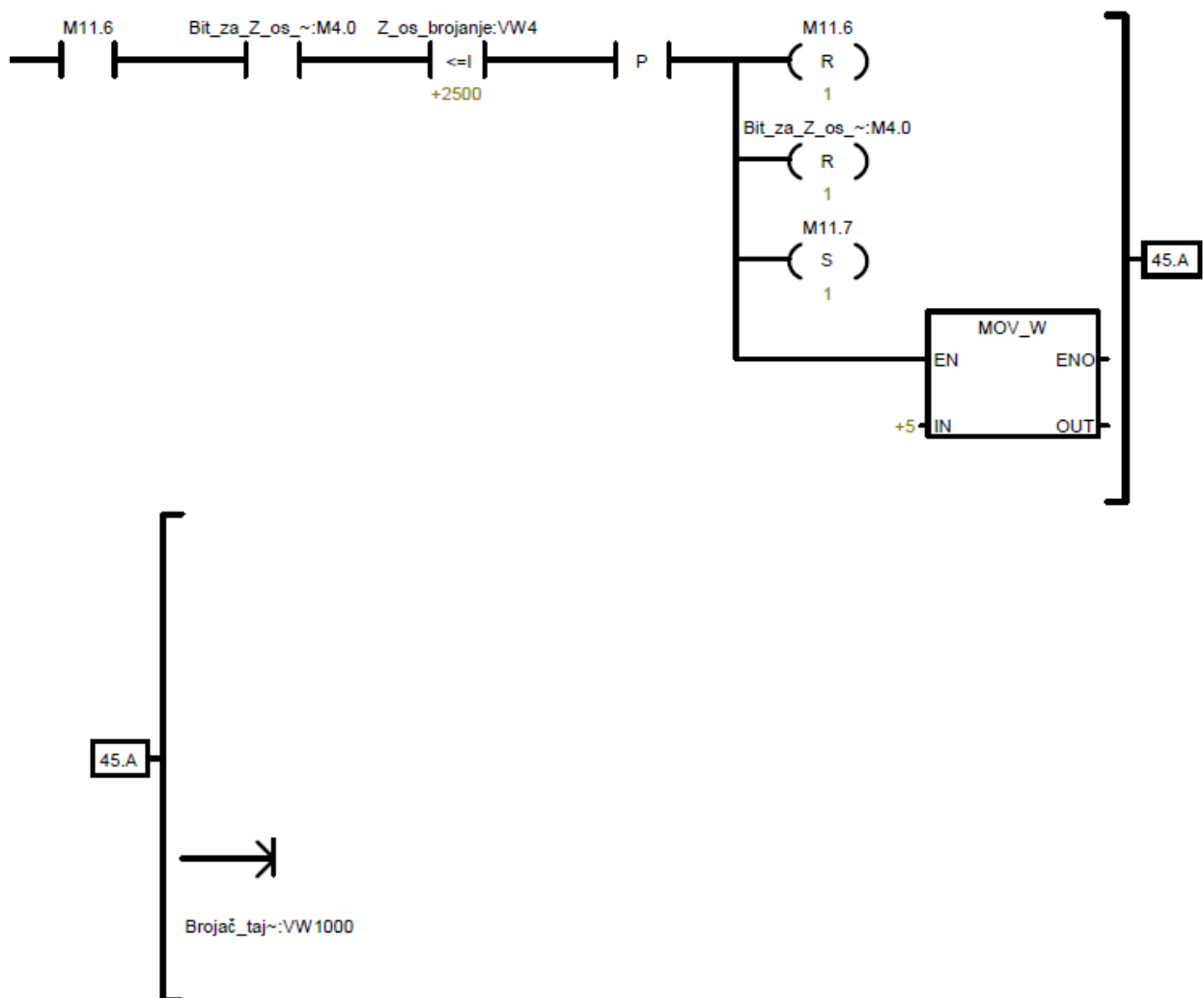
Slika 6.43 Network 43

Network 44 i 45

Network 44 i 45 su identični kao i network 36 i 37 samo su korišteni drugi memorijski bitovi te se prihvatnica podiže na 2500 impulsa.



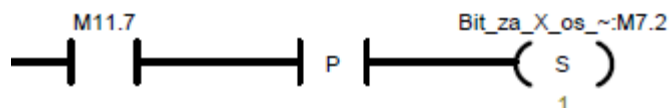
Slika 6.44 Network 44



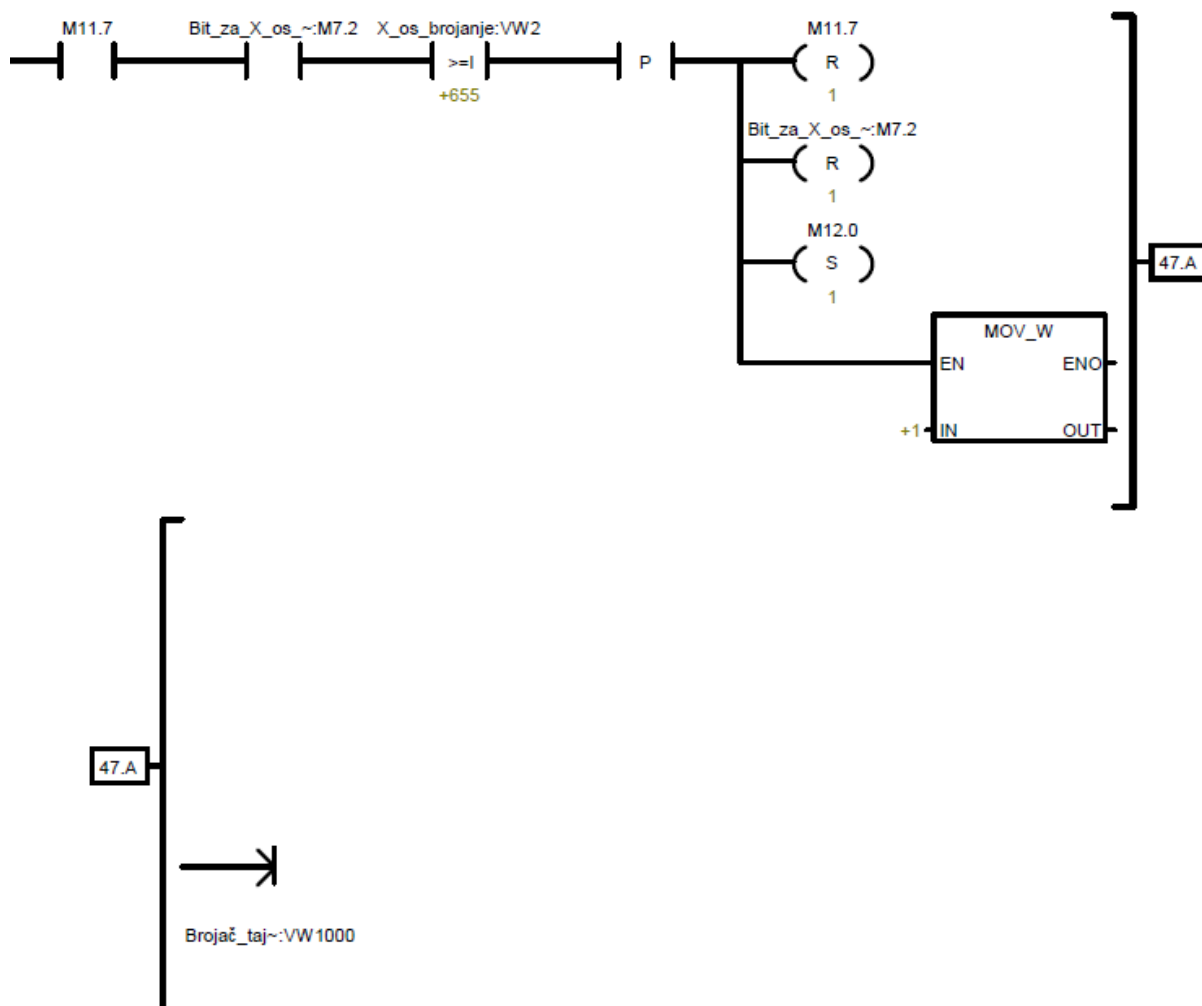
Slika 6.45 Network 45

Network 46 i 47

Network 46 i 47 služe za pomak po x–osi. Memorijski bit M11.7 aktivira M7.2 koji je zadužen za pomak po x–osi prema naprijed za 655 impulsa. Isto tako se resetiraju svi korišteni bitovi M11.7 i M7.2 te se setira M12.0 za daljnji tijek programa. U ulaznu varijablu VW1000 se postavlja 1 ms da bi se povećala brzina.



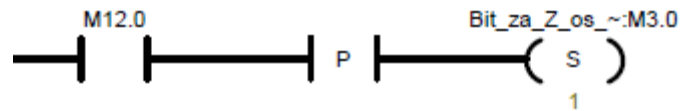
Slika 6.46 Network 46



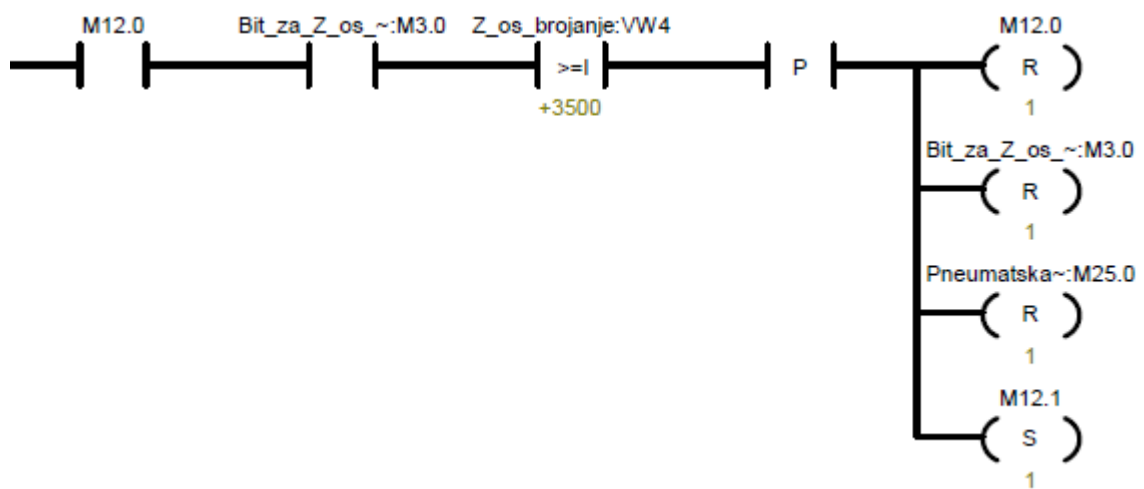
Slika 6.47 Network 47

Network 48 i 49

Network 48 i 49 su identični kao i network 42 i 43 samo se koriste drugi memorijski bitovi te se prihvatnica spušta na 3500 impulsa.



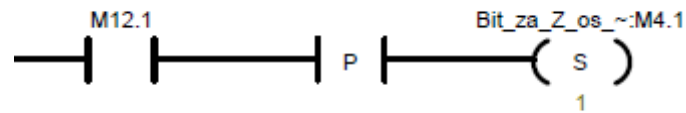
Slika 6.48 Network 48



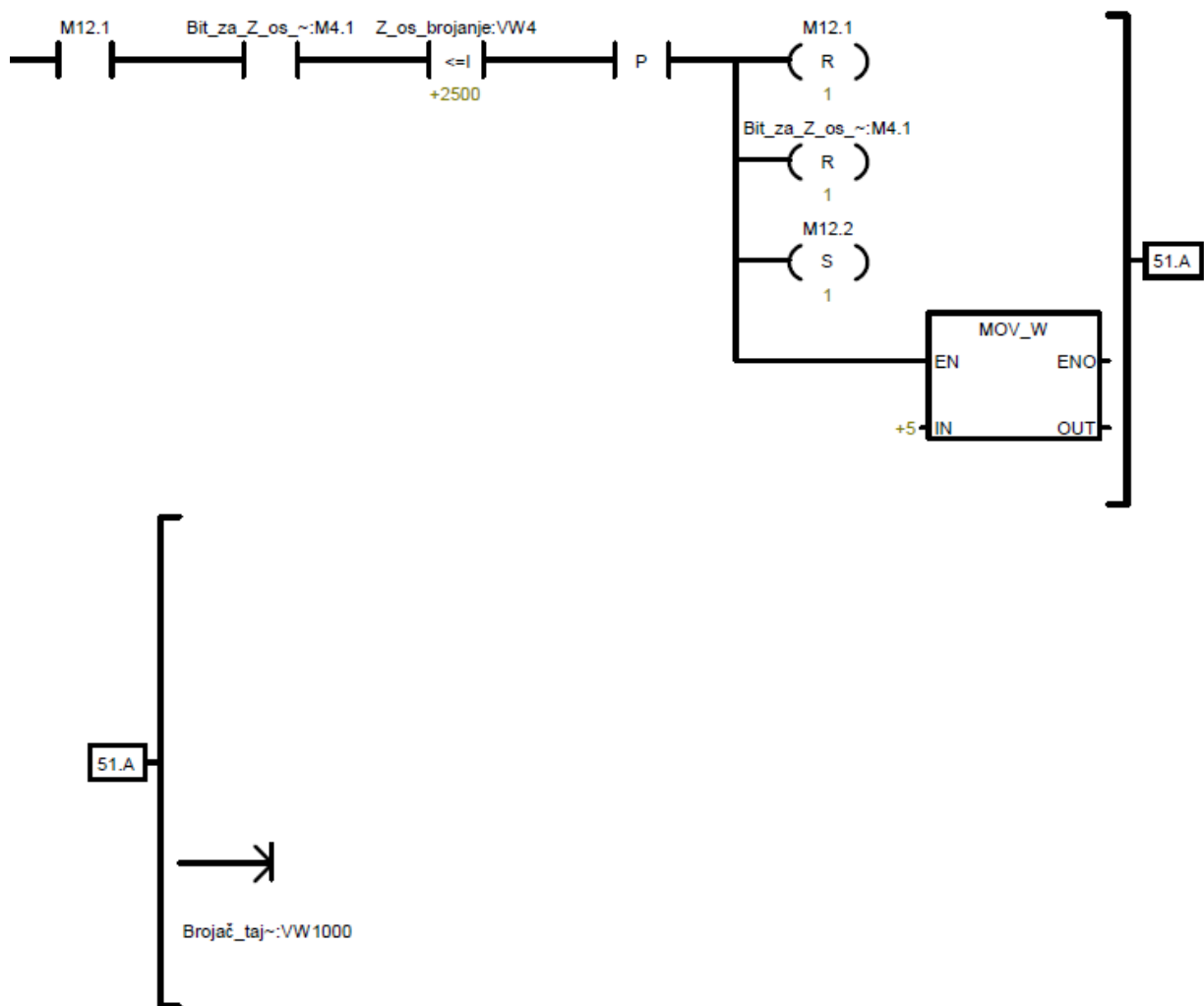
Slika 6.49 Network 49

Network 50 i 51

Network 50 i 51 su identični kao i network 44 i 45 samo su korišteni drugi memorijski bitovi te je broj impulsa 2500.



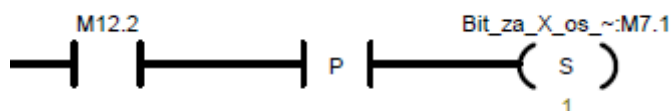
Slika 6.50 Network 50



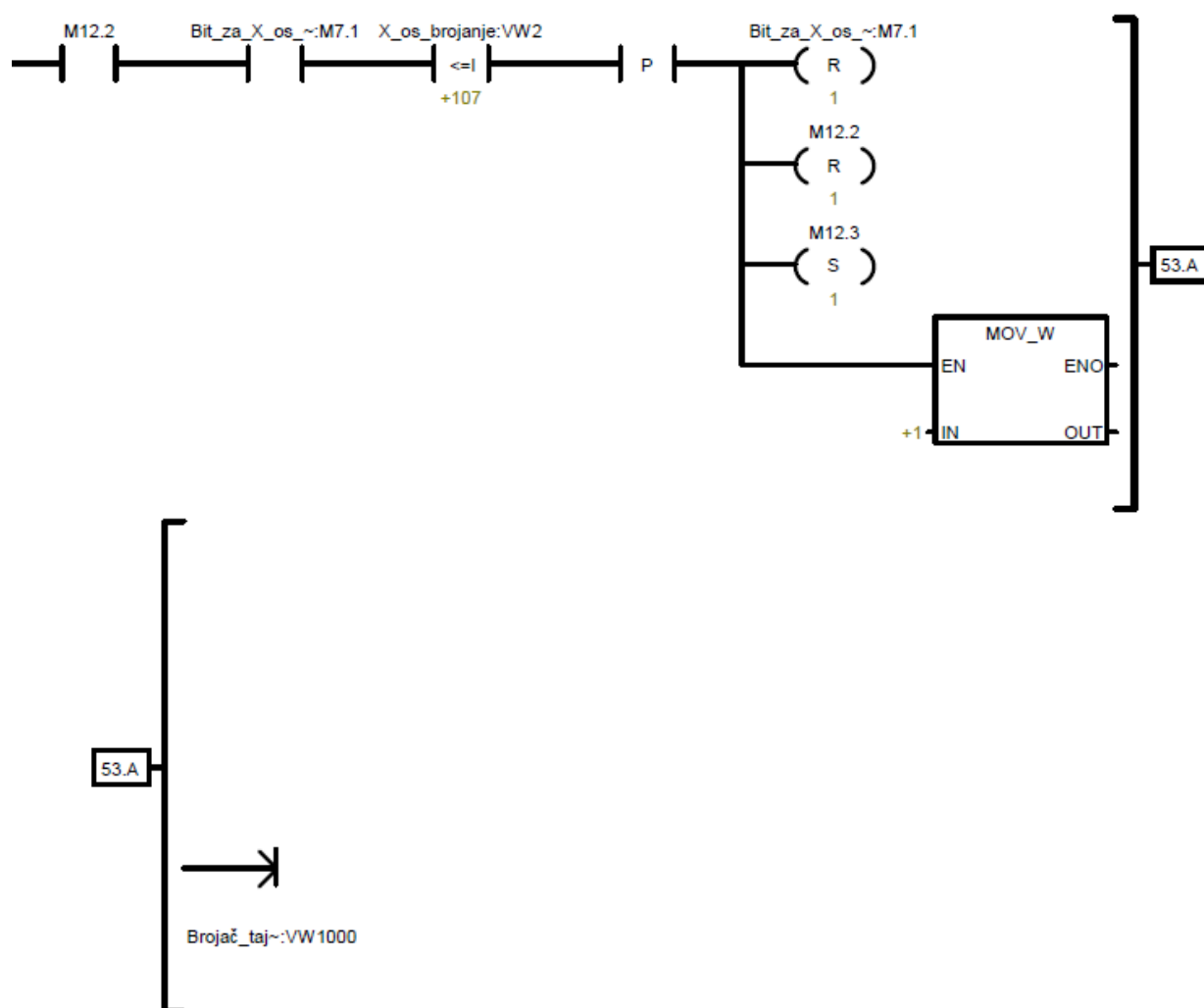
Slika 6.51 Network 51

Network 52 i 53

Network 52 i 53 služe za pomak prihvatnice po x – osi. Memorijski bit M12.2 aktivira M7.1 koji je zadužen za pomak po x–osi prema nazad za 107 impulsa. Kada se nabroji 107 impulsa resetiraju se svi korišteni bitovi M7.1 i M12.2 te se postavlja novi memorijski bit M12.3 za daljnji tijek programa. U ulaznu varijablu VW1000 se postavlja 1 ms kako bi se povećala brzina.



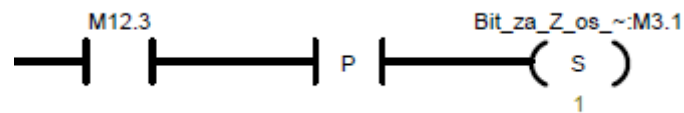
Slika 6.52 Network 52



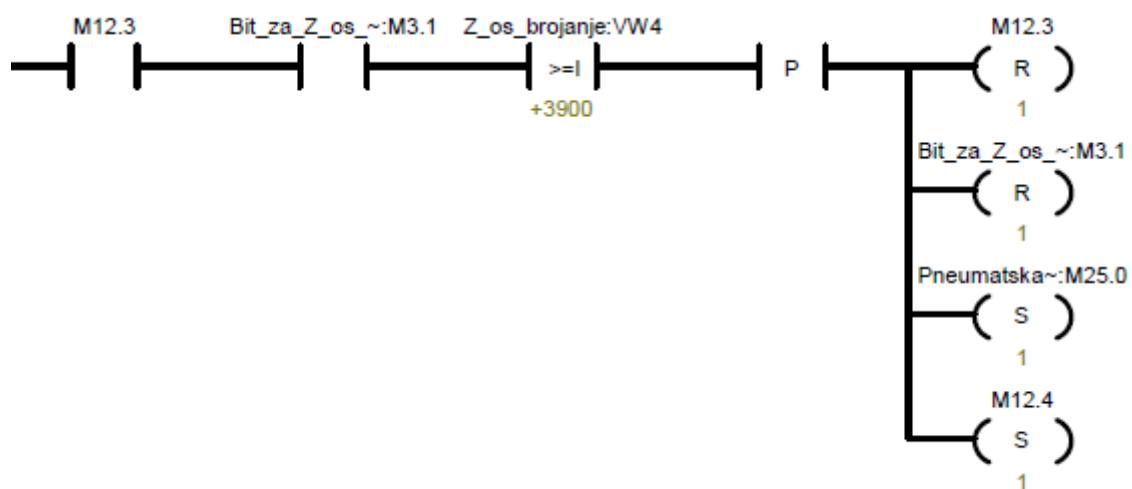
Slika 6.53 Network 53

Network 54 i 55

Networki 54 i 55 su identični kao 48 i 49 samo su korišteni drugi memorijski bitovi te se prihvatnica spušta na 3900 impulsa.



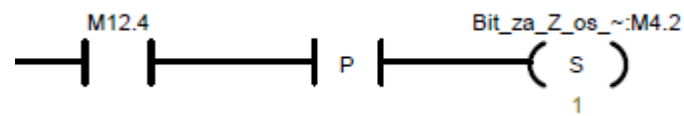
Slika 6.54 Network 54



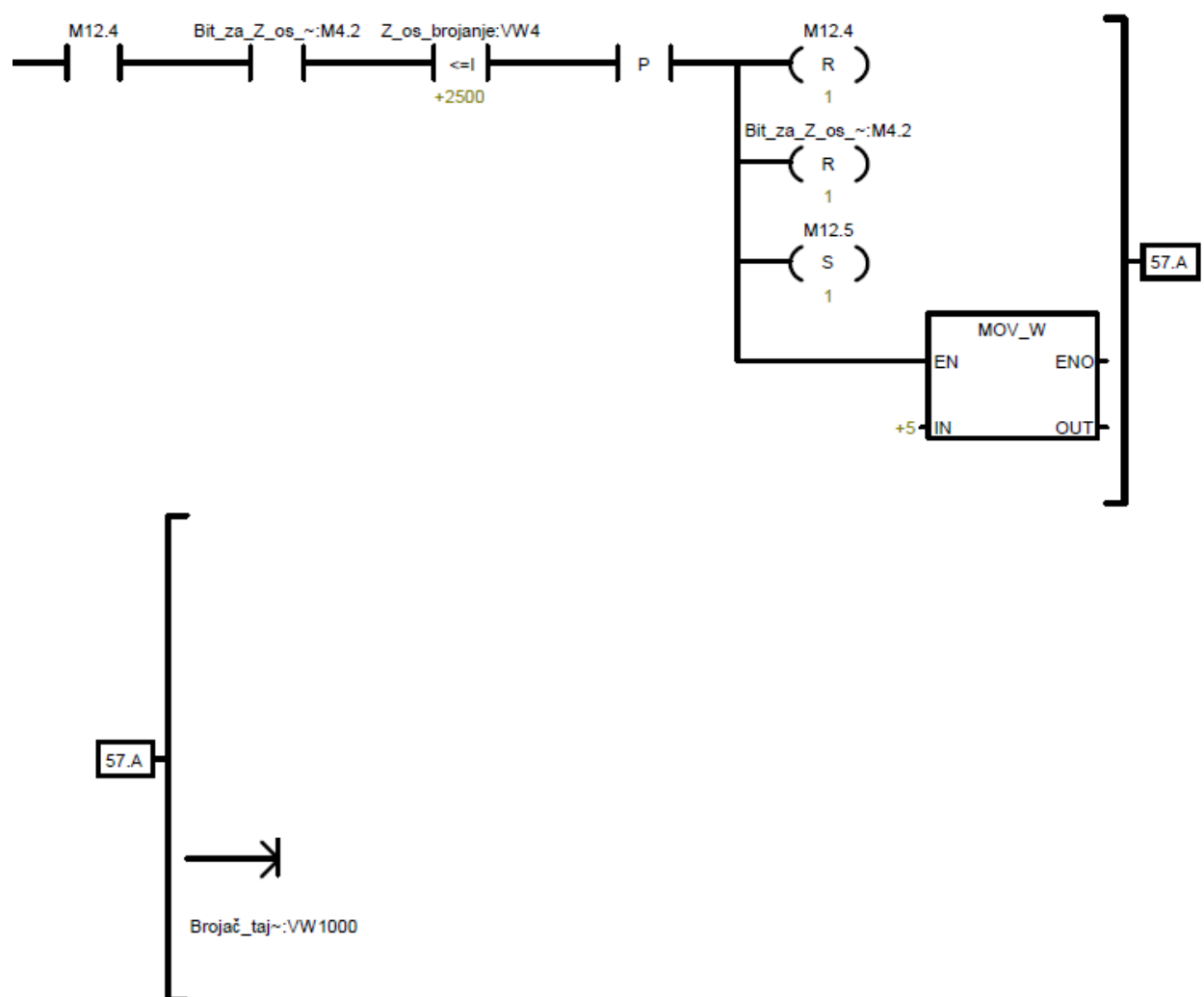
Slika 6.55 Network 55

Network 56 i 57

Networki 56 i 57 su identični kao i networki 50 i 51 samo su korišteni drugi memorijski bitovi te se prihvatnica podiže na 2500 impulsa.



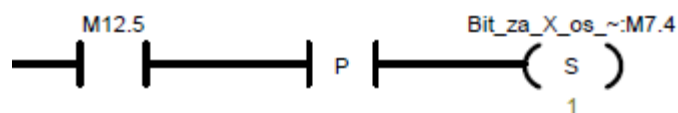
Slika 6.56 Network 56



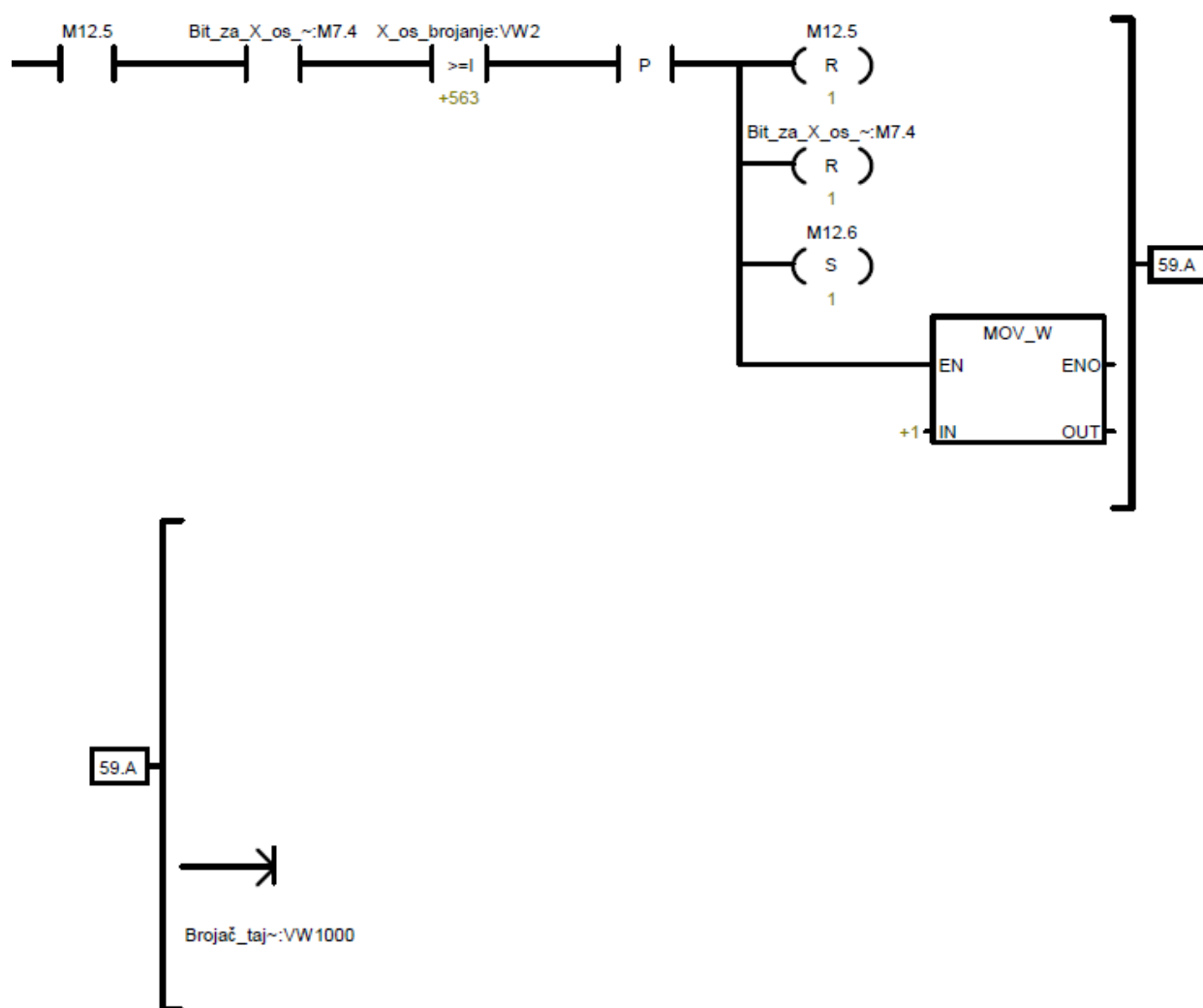
Slika 6.57 Network 57

Network 58 i 59

Networki 58 i 59 su identični kao i networki 46 i 47 samo su korišteni drugi memorijski bitovi. Dakle, služe za pomak prihvatnice po x-osi prema naprijed za 563 impulsa.



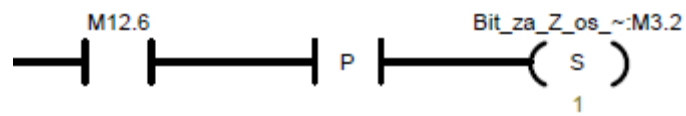
Slika 6.58 Network 58



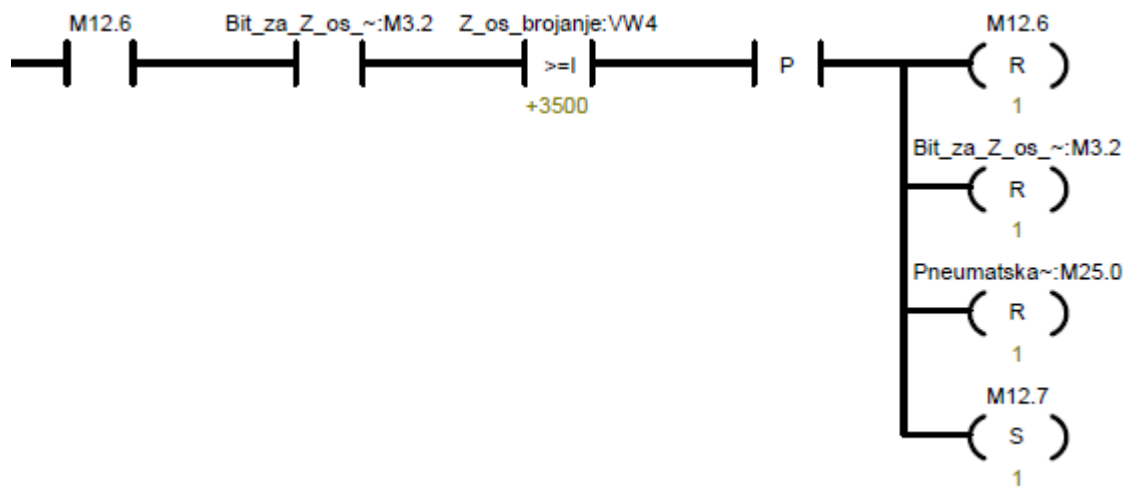
Slika 6.59 Network 59

Network 60 i 61

Networki 60 i 61 su identični kao i networki 54 i 55 samo su korišteni drugi memorijski bitovi te se prihvatnica spušta na 3500 impulsa.



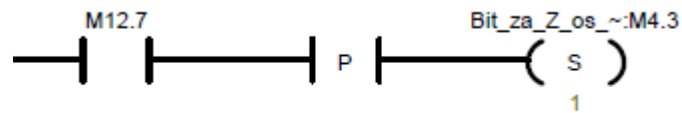
Slika 6.60 Network 60



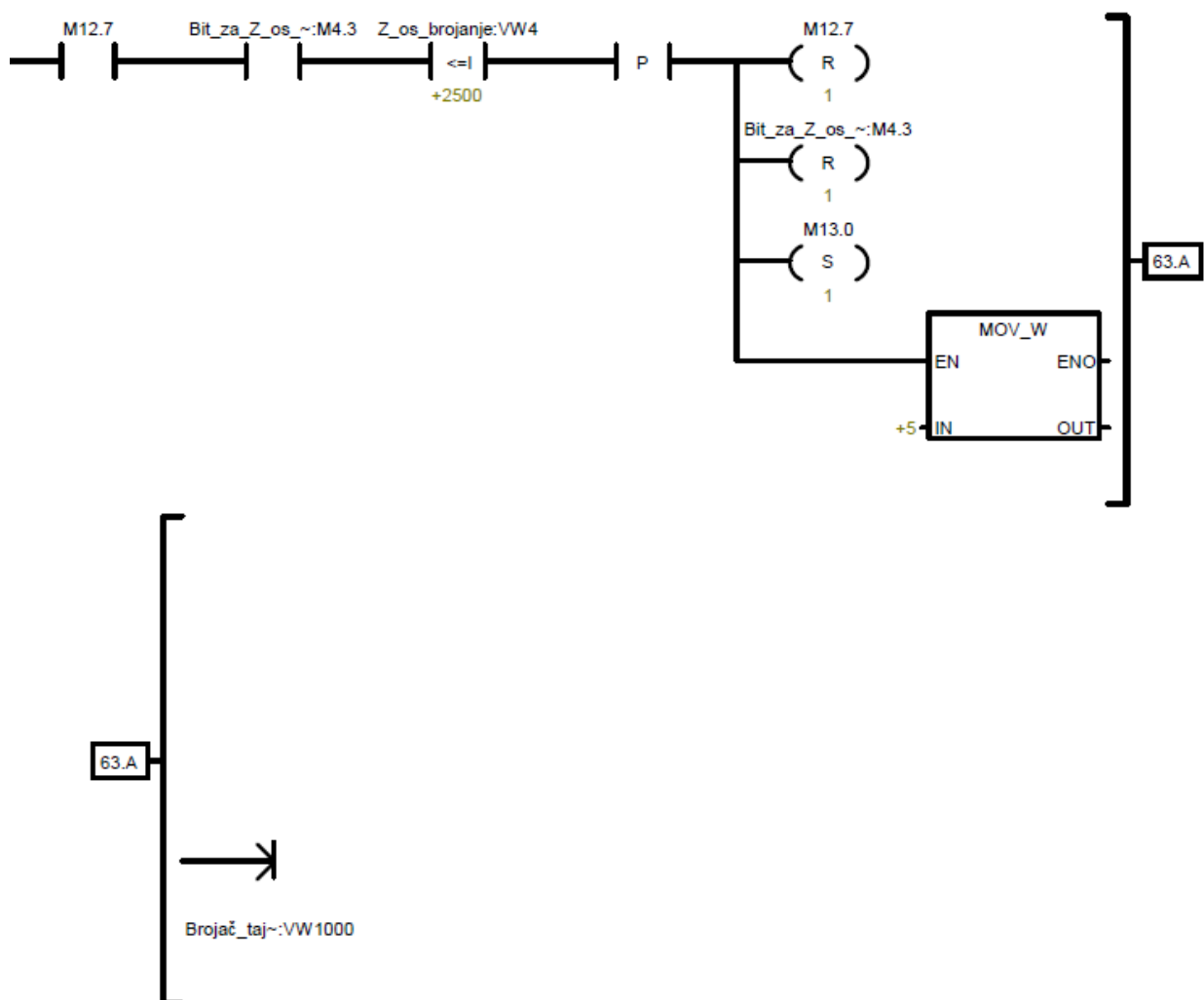
Slika 6.61 Network 61

Network 62 i 63

Networki 62 i 63 su identični kao i networki 56 i 57 samo su korišteni drugi memorijski bitovi, broj impulsa je 2500.



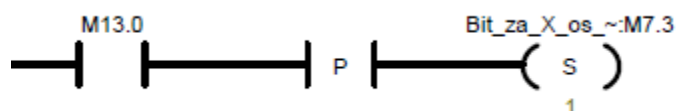
Slika 6.62 Network 62



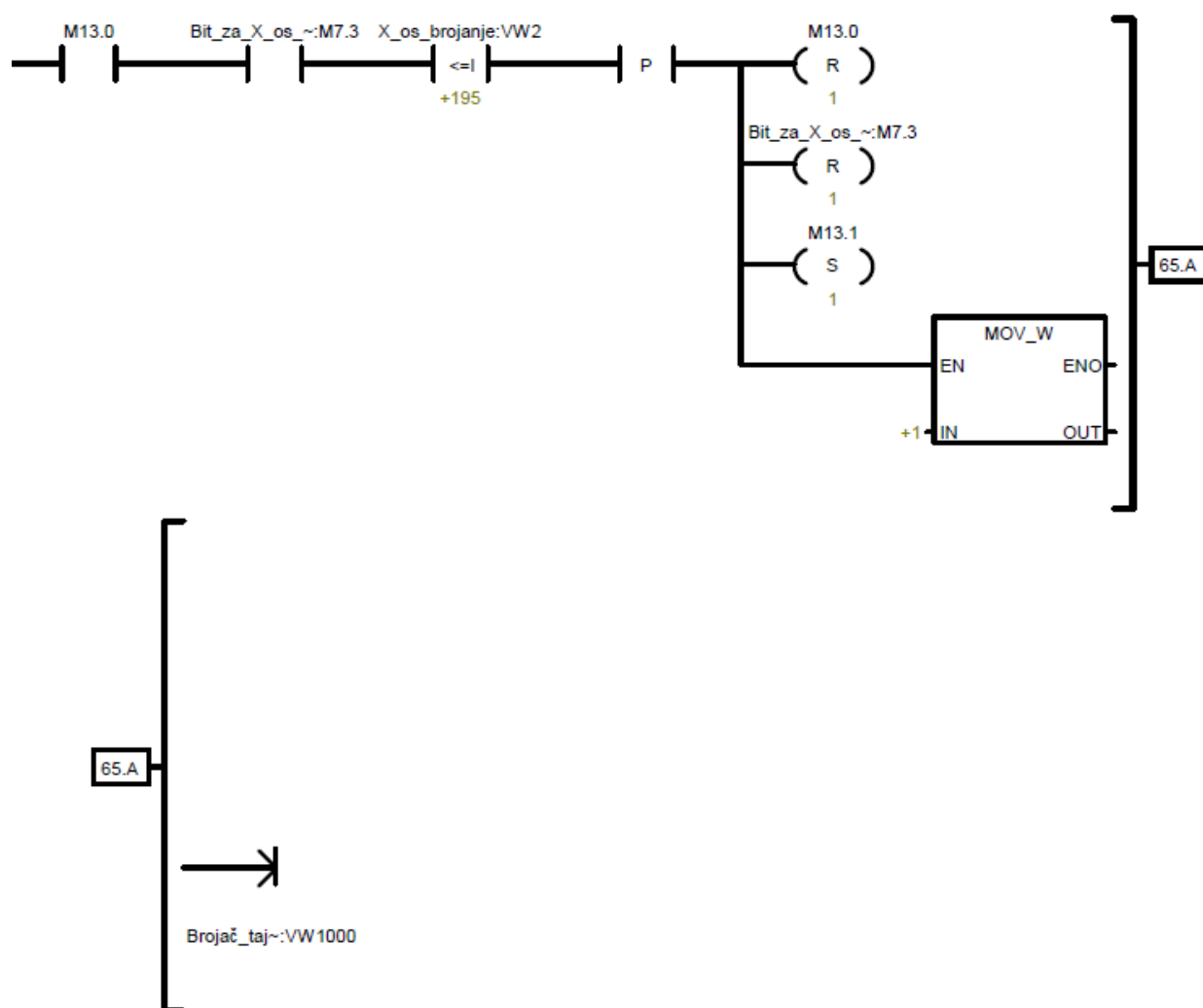
Slika 6.63 Network 63

Network 64 i 65

Networki 54 i 65 služe za pomak prihvatnice po X – osi. Memorijski bit M13.0 aktivira M7.3 koji je zadužen za pomak po x – osi prema nazad za 195 impulsa. Kada se nabroji 195 impulsa resetiraju se svi korišteni bitovi M13.0 i M7.3 te se postavlja novi memorijski bit M13.1 za daljnji tijek programa. U ulaznu varijablu VW1000 se postavlja 1 ms kako bi se povećala brzina.



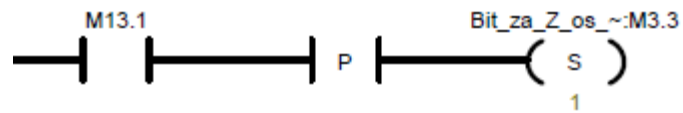
Slika 6.64 Network 64



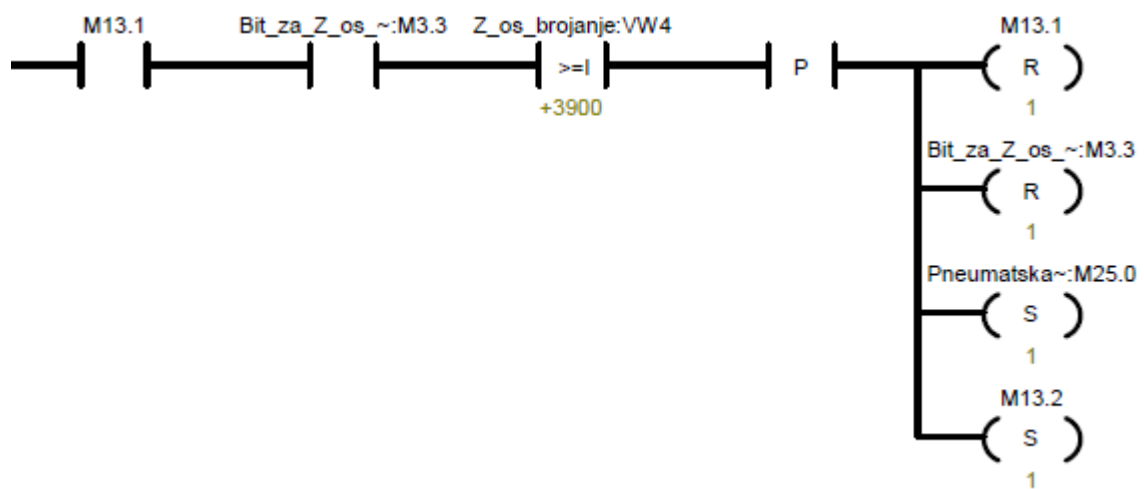
Slika 6.65 Network 65

Network 66 i 67

Networki 66 i 67 su identični kao i networki 60 i 61 samo su korišteni drugi memorijski bitovi i broj impulsa je 3900.



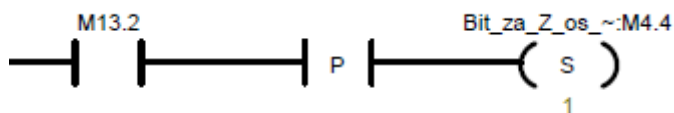
Slika 6.66 Network 66



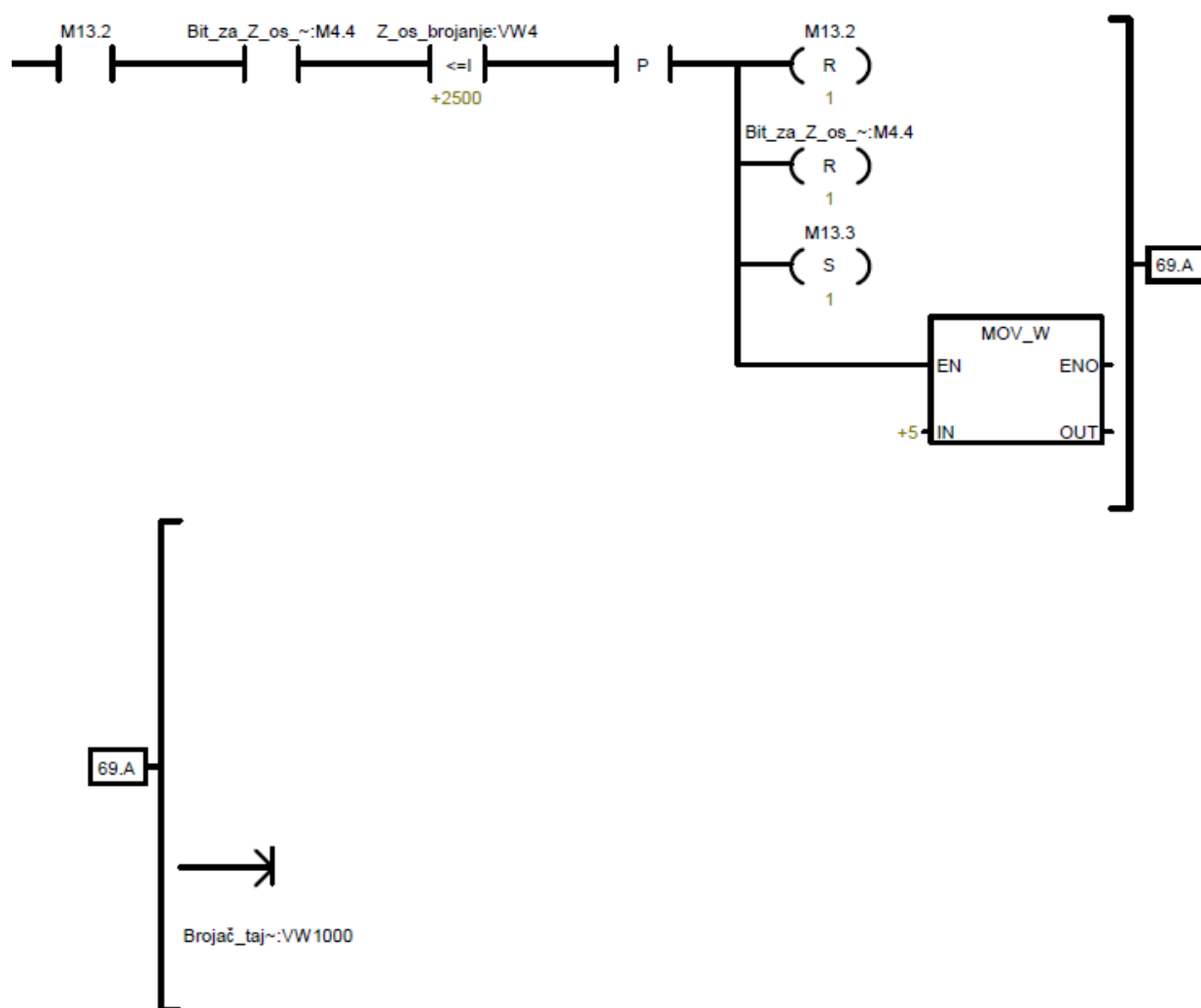
Slika 6.67 Network 67

Network 68 i 69

Networki 68 i 69 su identični kao i networki 62 i 63 samo su korišteni drugi memorijski bitovi, te je broj impulsa 2500.



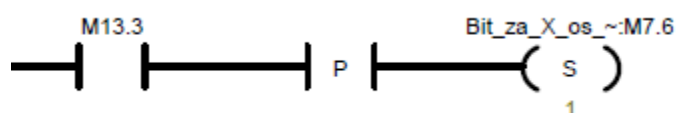
Slika 6.68 Network 68



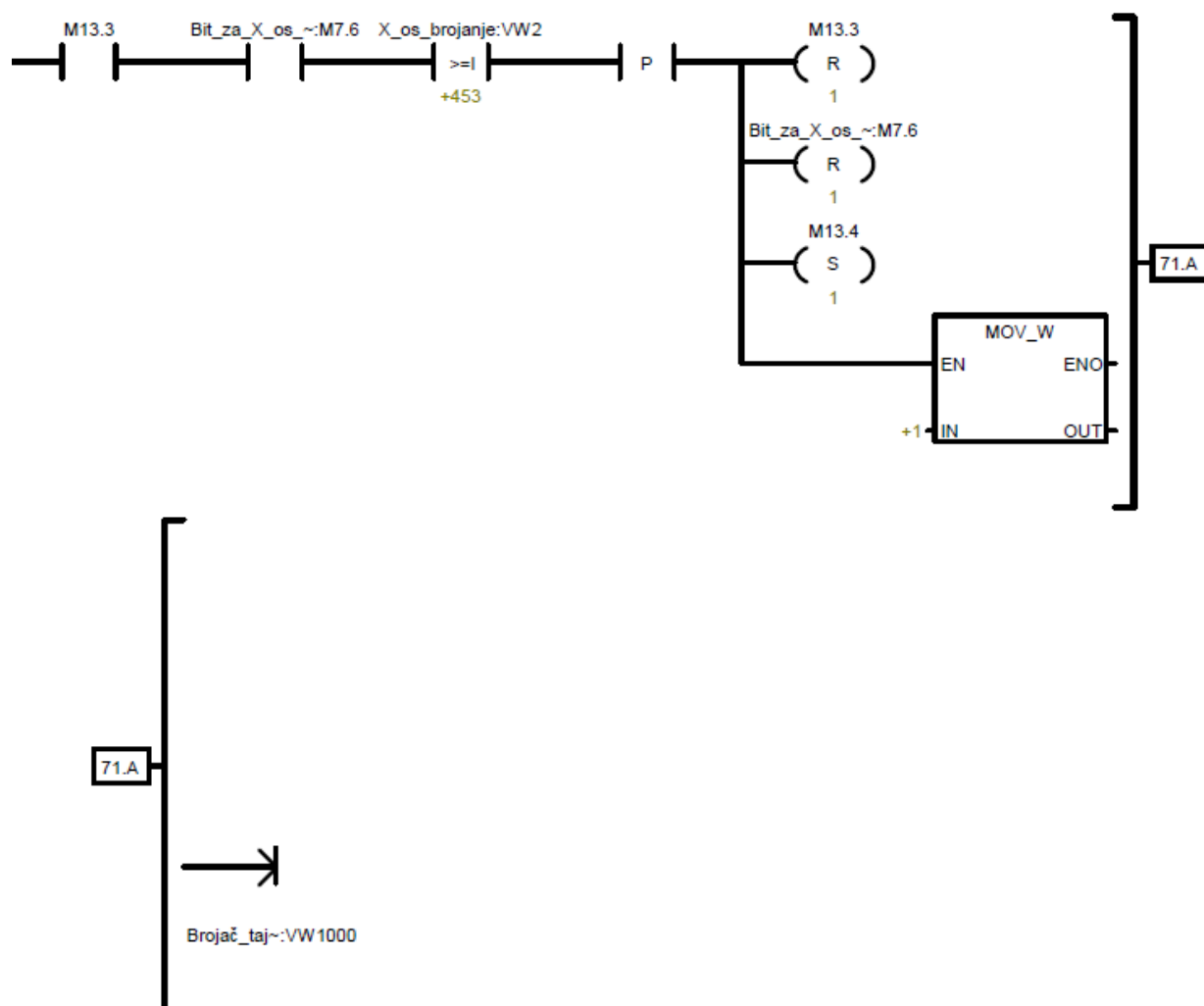
Slika 6.69 Network 69

Network 70 i 71

Network 70 i 71 služe za pomak po x – osi. Memorijski bit M13.3 aktivira M7.6 koji je zadužen za pomak po x – osi prema naprijed za 453 impulsa. Nakon toga se resetiraju korišteni memorijski bitovi M13.3 i M7.6 te se u ulaznu varijablu VW1000 postavlja 1 ms da bi se povećala brzina generiranja impulsa. M13.4 je memorijski bit koj se koristi u daljnjem tijeku programa.



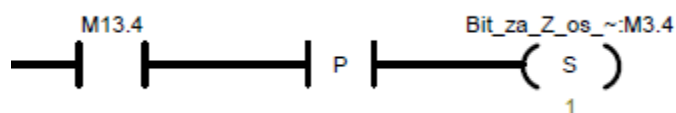
Slika 6.70 Network 70



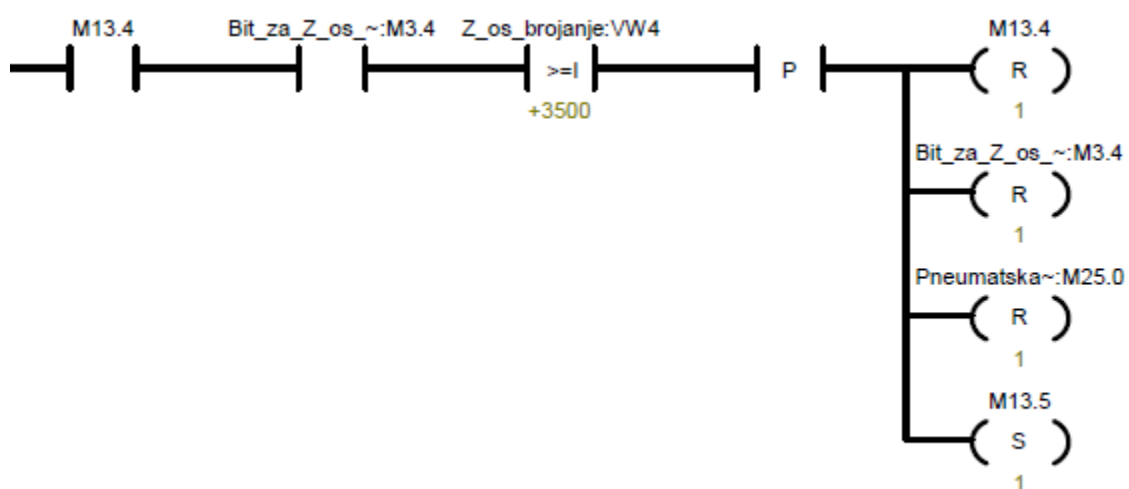
Slika 6.71 Network 71

Network 72 i 73

Networki 72 i 73 su identični kao i networki 66 i 67 samo su korišteni drugi memorijski bitovi. Broj impulsa je 3500.



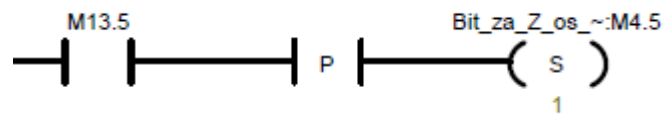
Slika 6.72 Network 72



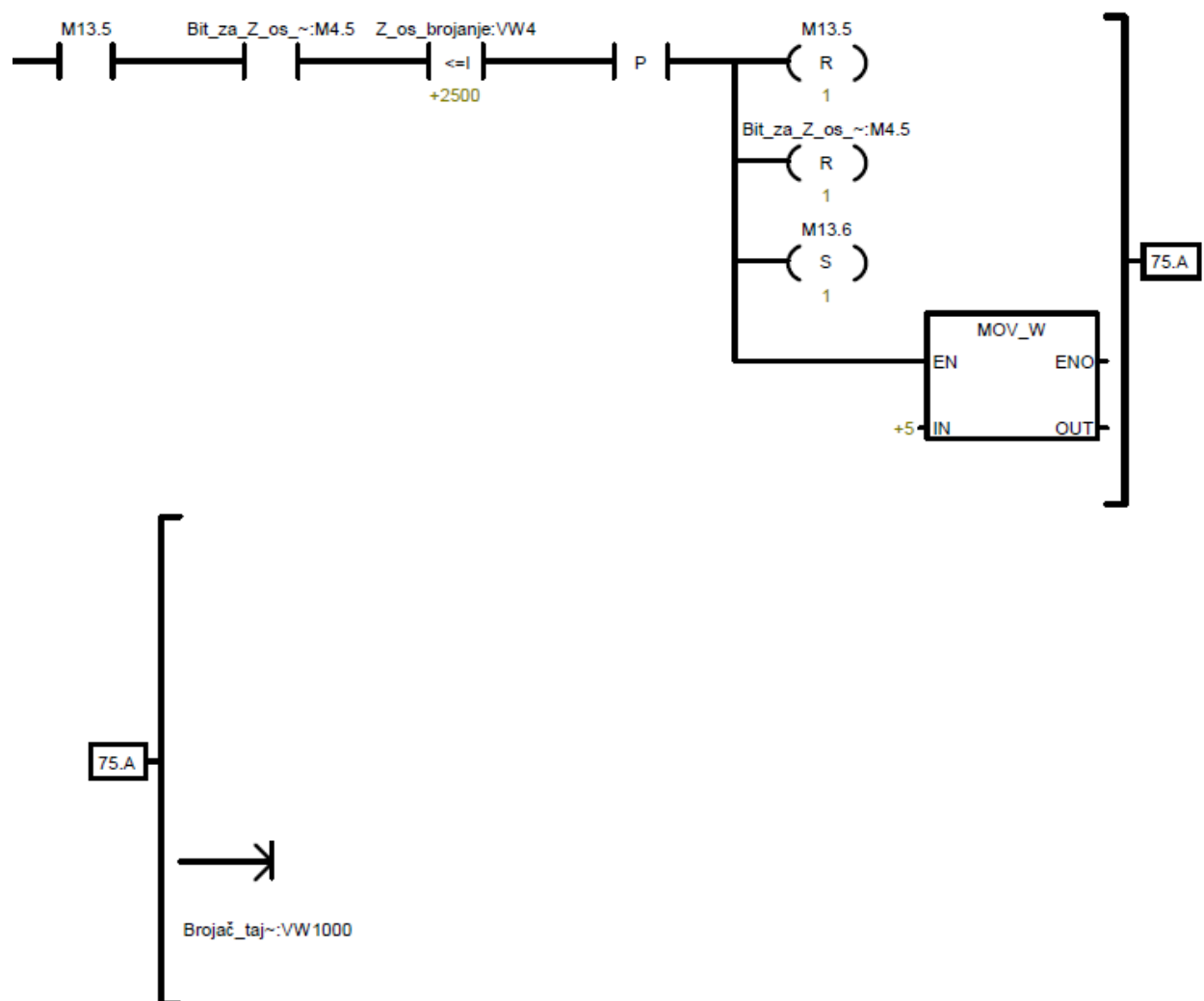
Slika 6.73 Network 73

Network 74 i 75

Networki 74 i 75 su identični kao i networki 68 i 69 samo su korišteni drugi memorijski bitovi i broj impulsa je 2500.



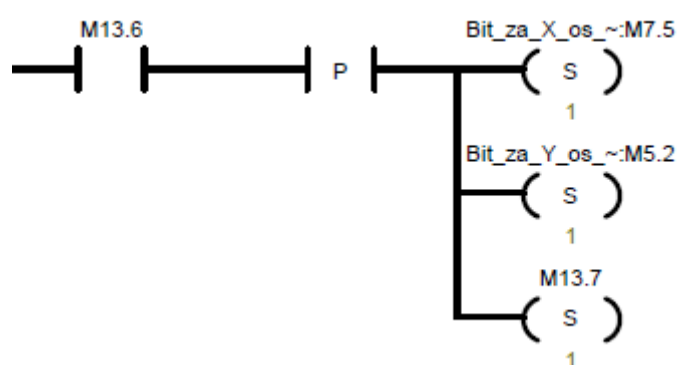
Slika 6.74 Network 74



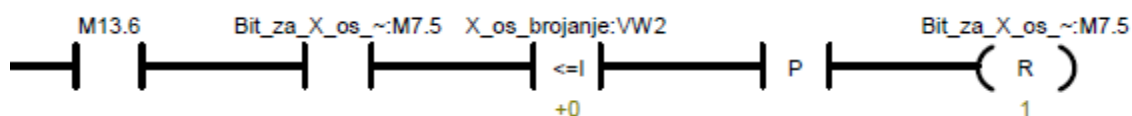
Slika 6.75 Network 75

Network 76, 77 i 78

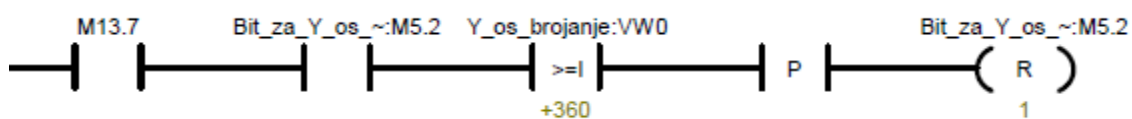
Networki 76, 77 i 78 nam služe za vraćanje prihvatnice do treće kockice. Memorijski bit M13.6 aktivira M7.5 koji je zadužen za pomak prihvatnice po x–osi prema nazad. Isto tako memorijski bit M13.7 aktivira memorijski bit M5.2 koji je zadužen za pomak po y–osi u lijevo za 360 impulsa. X i y–os se kreću stimulativno. Kada prihvatnica dođe na zadanu poziciju resetiraju se svi korišteni bitovi M7.5 i M5.2.



Slika 6.76 Network 76



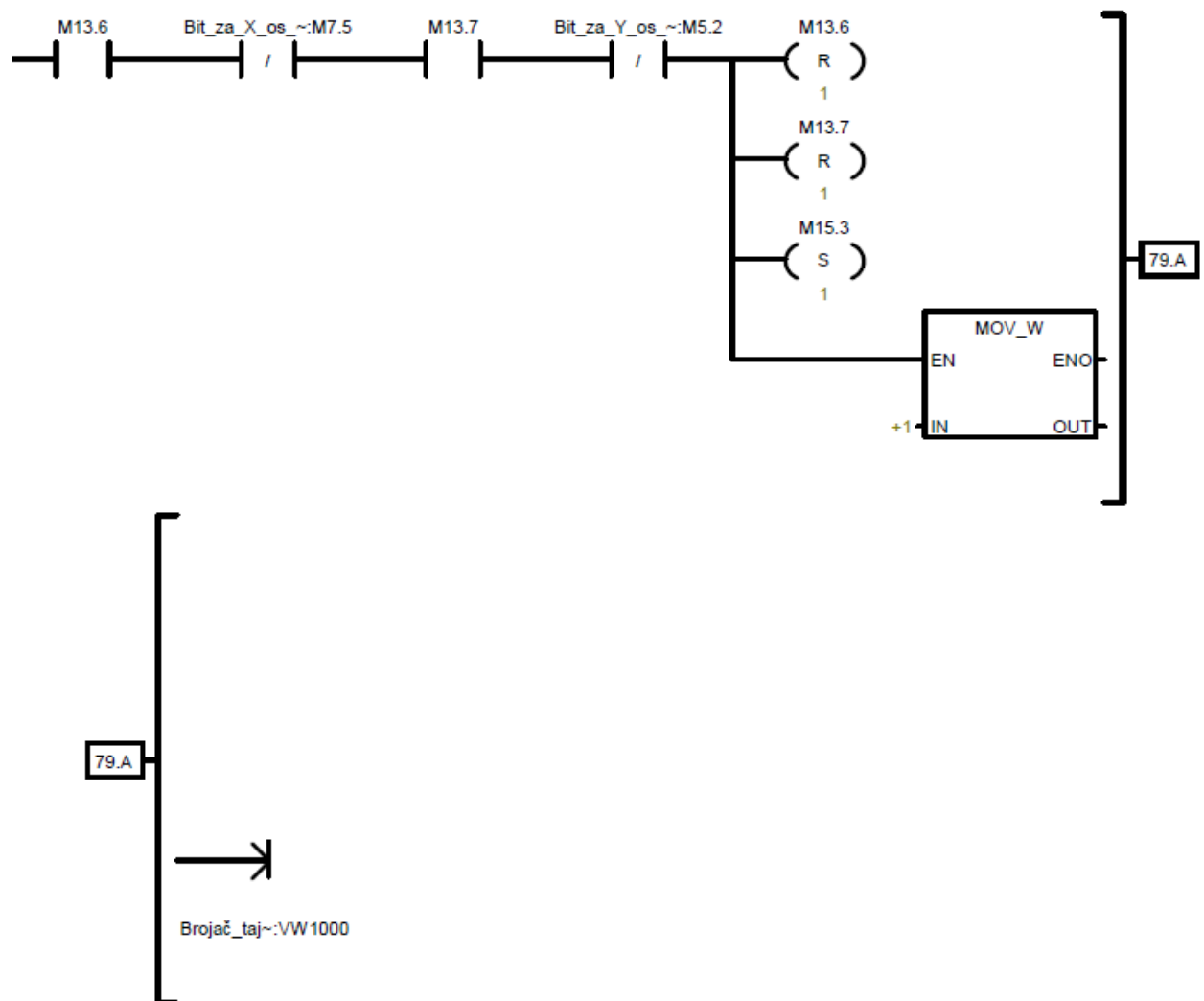
Slika 6.77 Network 77



Slika 6.78 Network 78

Network 79

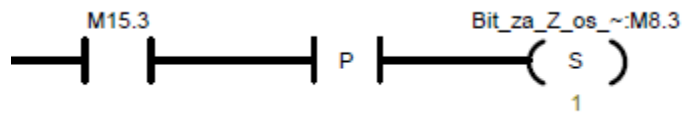
Network 79 nam služi kako bi se prihvatnica zaustavila na zadanoj poziciji. Resetiramo korištene bitove M13.6 i M13.7. Postavljamo M15.3 za daljnji nastavak programa te postavljamo u ulaznu varijablu VW1000 1 ms.



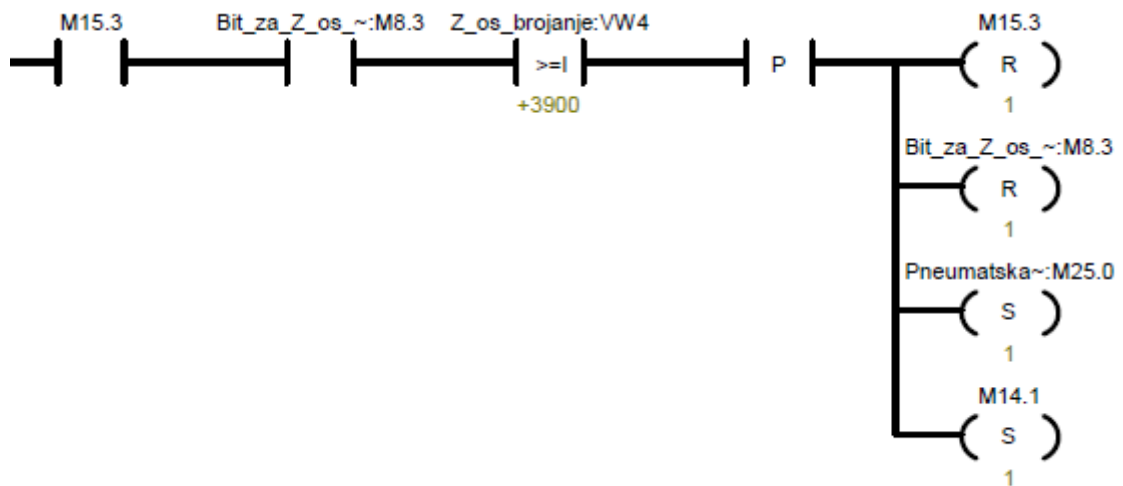
Slika 6.79 Network 79

Network 80 i 81

Networki 80 i 81 su identični kao i networki 72 i 73 samo su korišteni drugi memorijski bitovi, te je broj impulsa 3900.



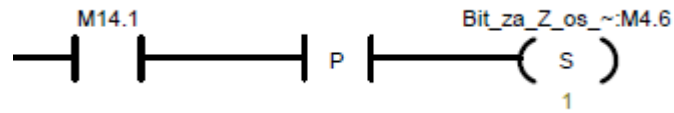
Slika 6.80 Network 80



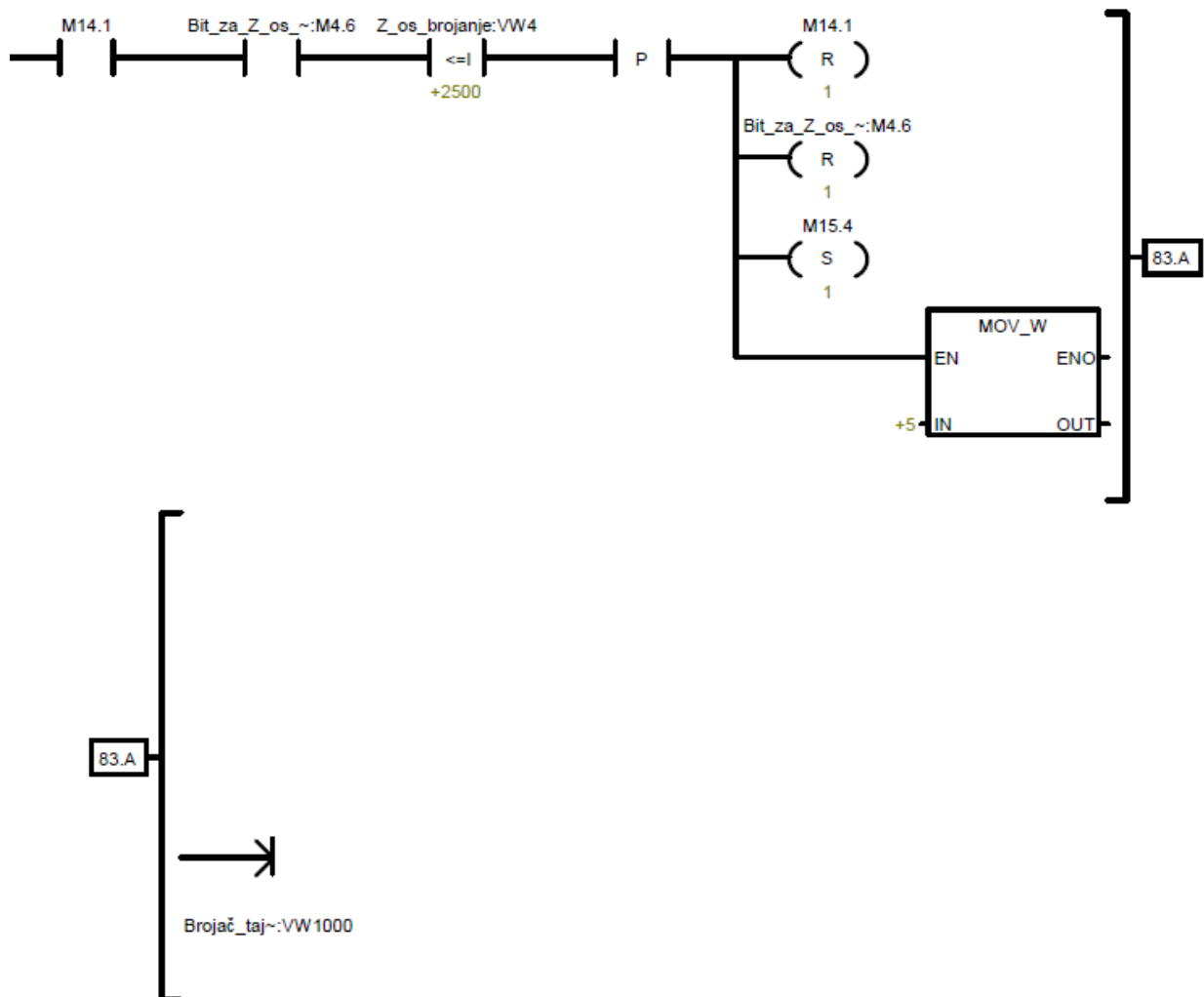
Slika 6.81 Network 81

Network 82 i 83

Networki 82 i 83 su identični kao i networki 74 i 75 samo su korišteni drugi memorijski bitovi.
Broj impulsa je 2500.



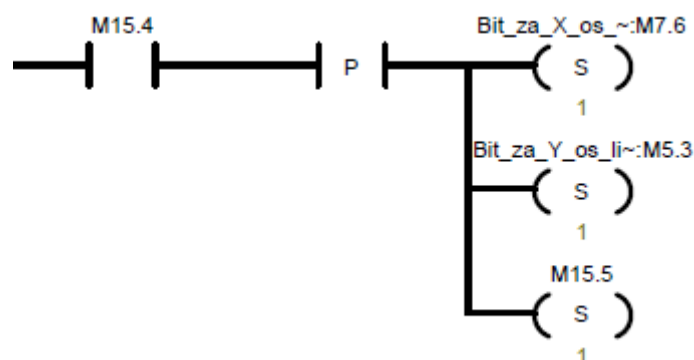
Slika 6.82 Network 82



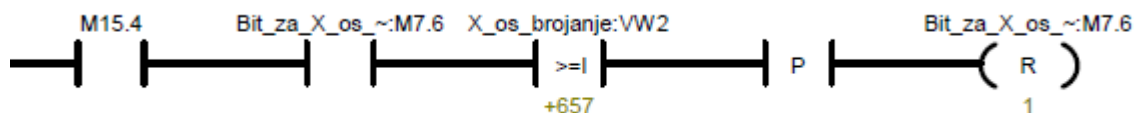
Slika 6.83 Network 83

Network 84, 85 i 86

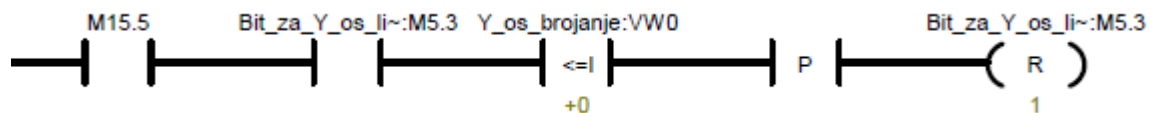
Network 84, 85 i 86 su identični kao i networki 30, 31 i 32. Memorijski bit M15.4 setira M7.6 koji je zadužen za pomak po x–osi za 655 impulsa, isto tako memorijski bit M15.5 aktivira M5.3 koji je zadužen za y–os te se vrijednost pomaka postavlja u nulu. M7.6 i M5.3 se u istoj liniji resetiraju. Ova tri networka predstavljaju pomak zadnje kockice po x i y–osi.



Slika 6.84 Network 84



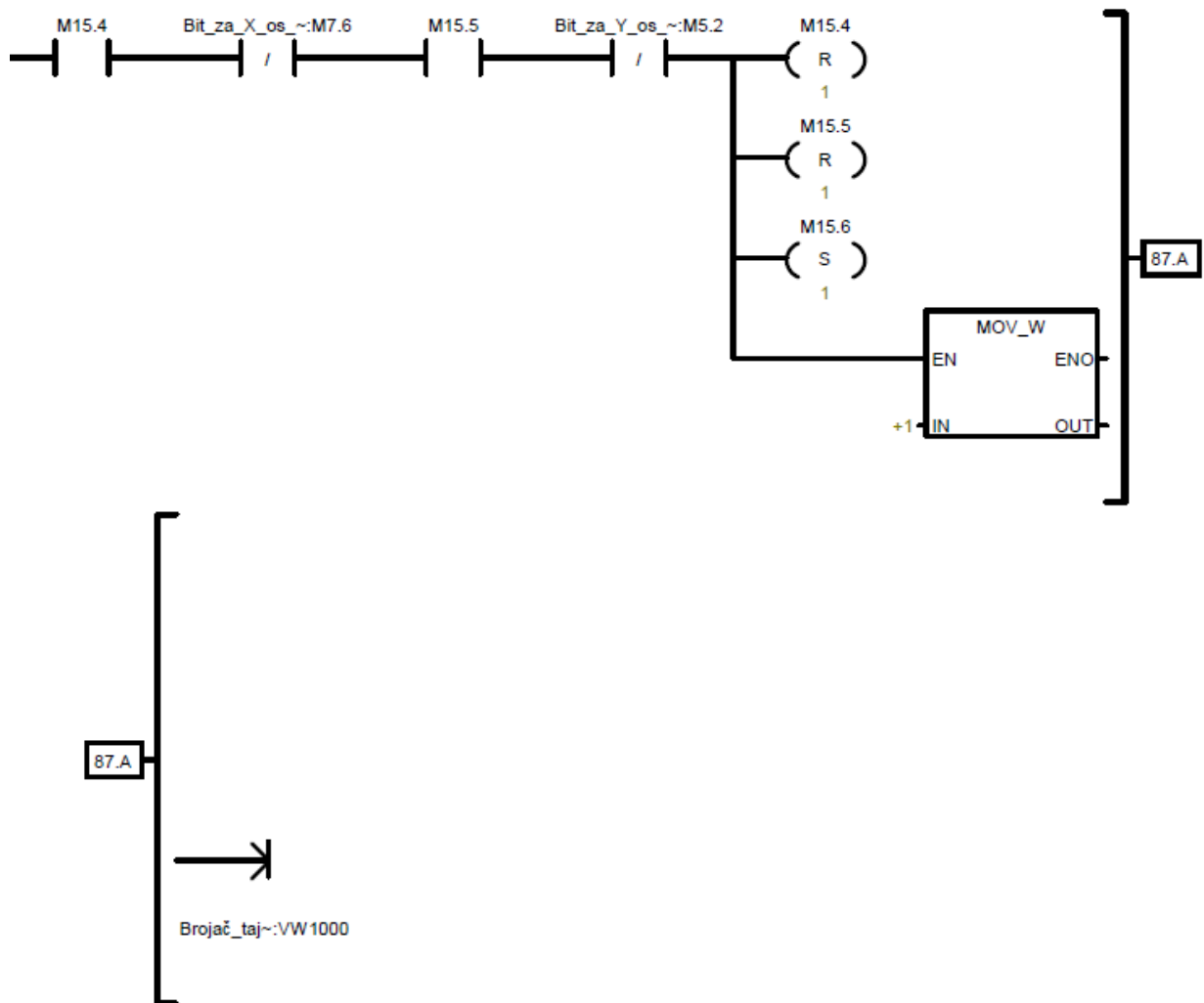
Slika 6.85 Network 85



Slika 6.86 Network 86

Network 87

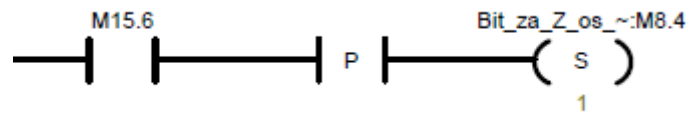
Network 87 nam služi kako bi se prihvatnica zaustavila na zadanoj poziciji. Resetiramo korištene bitove M15.4 i M15.5. Postavljamo M15.6 za daljnji nastavak programa te postavljamo u ulaznu varijablu VW1000 1ms.



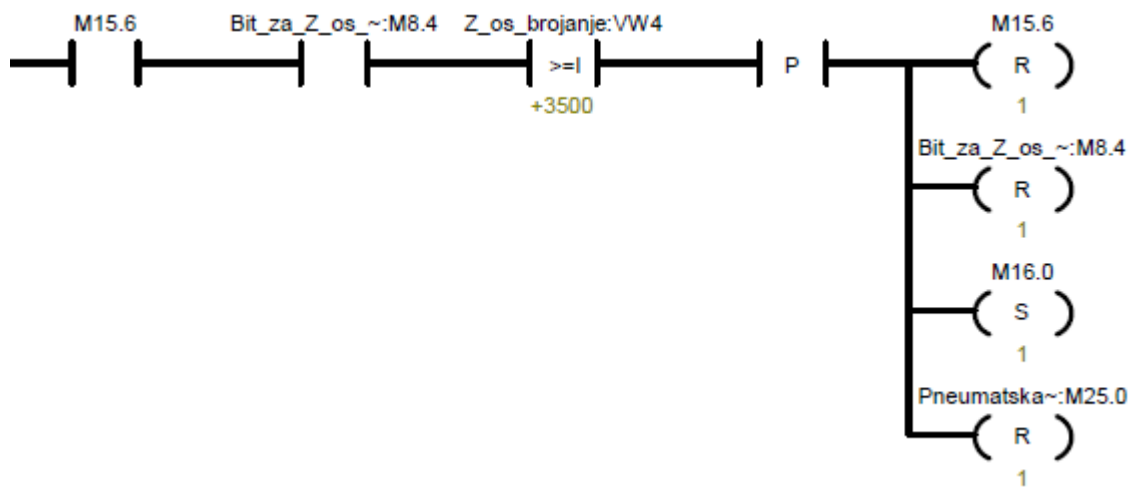
Slika 6.87 Network 87

Network 88 i 89

Networki 88 i 89 su identični kao i networki 80 i 81 samo su korišteni drugi memorijski bitovi.
Broj impulsa je 3500.



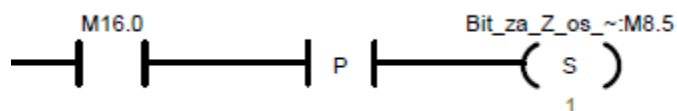
Slika 6.88 Network 88



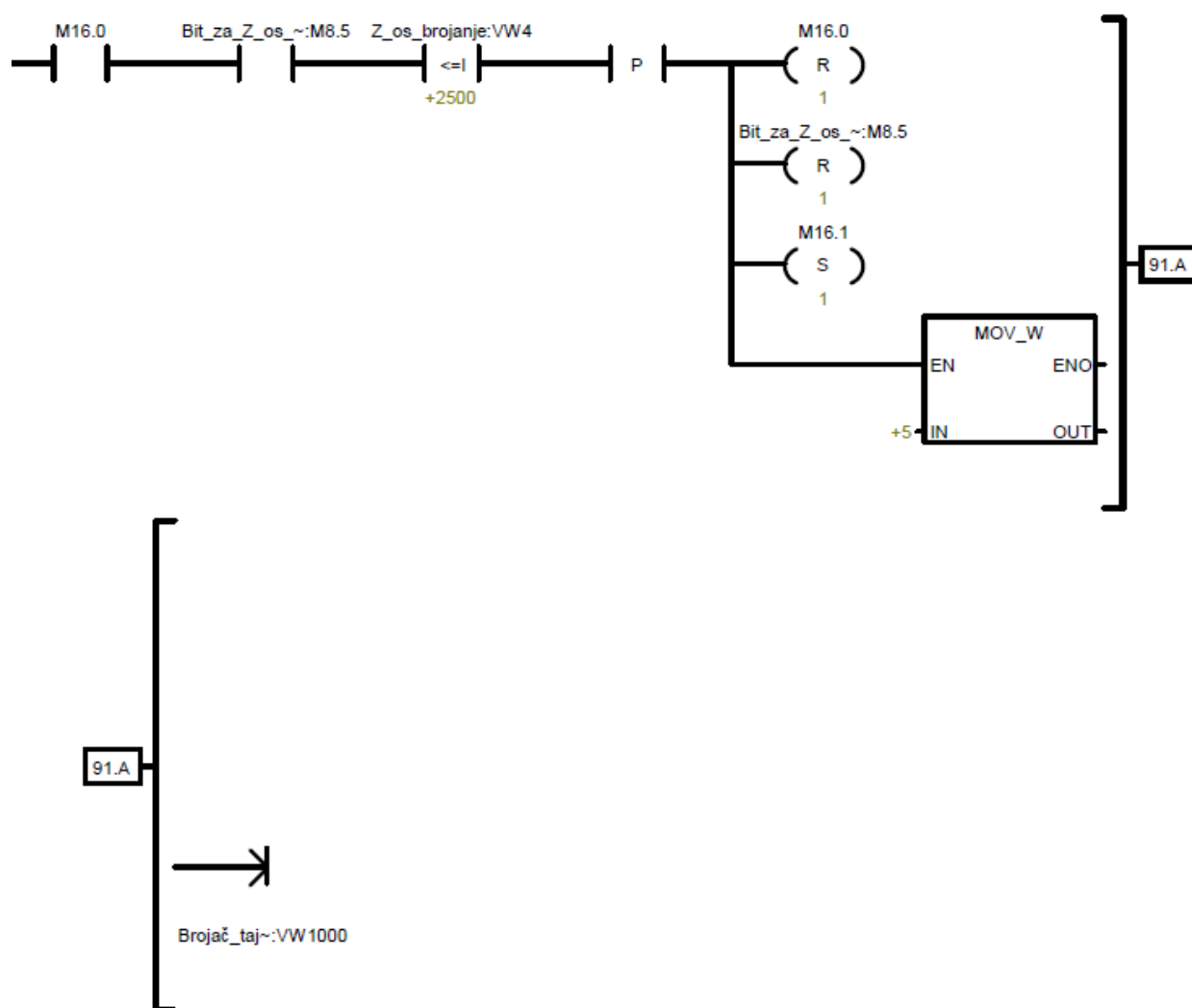
Slika 6.89 Network 89

Network 90 i 91

Networki 88 i 89 su identični kao i networki 82 i 83 samo su korišteni drugi memorijski bitovi, te je broj impulsa postavljen na 2500.



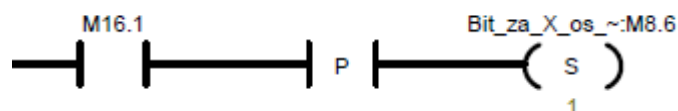
Slika 6.90 Network 90



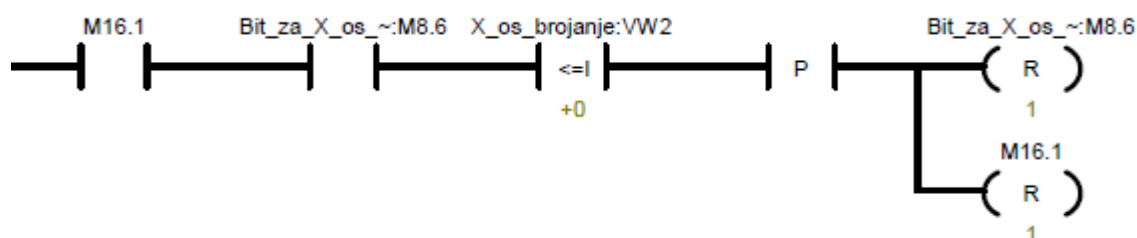
Slika 6.91 Network 91

Network 92 i 93

Networki 92 i 93 nam služe za vraćanje prihvatnice po x-osi. Memorijski bit M16.1 aktivira M8.6 koji nam služi za vraćanje na poziciju prve kockice tj. nulu. Isto tako se resetiraju memorijski bitovi M8.6 i M16.1.



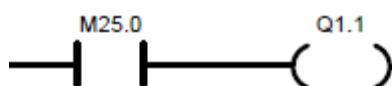
Slika 6.92 Network 92



Slika 6.93 Network 93

Network 94

Memorijski bit M25.0 nam služi za aktivaciju izlaza Q1.1 na koji je spojen pneumatski dio te svakom aktivacijom M25.0 razvodnik pomoću pneumatike steže i otpušta čeljust kako bi prihvatnica mogla prenijeti predmet.



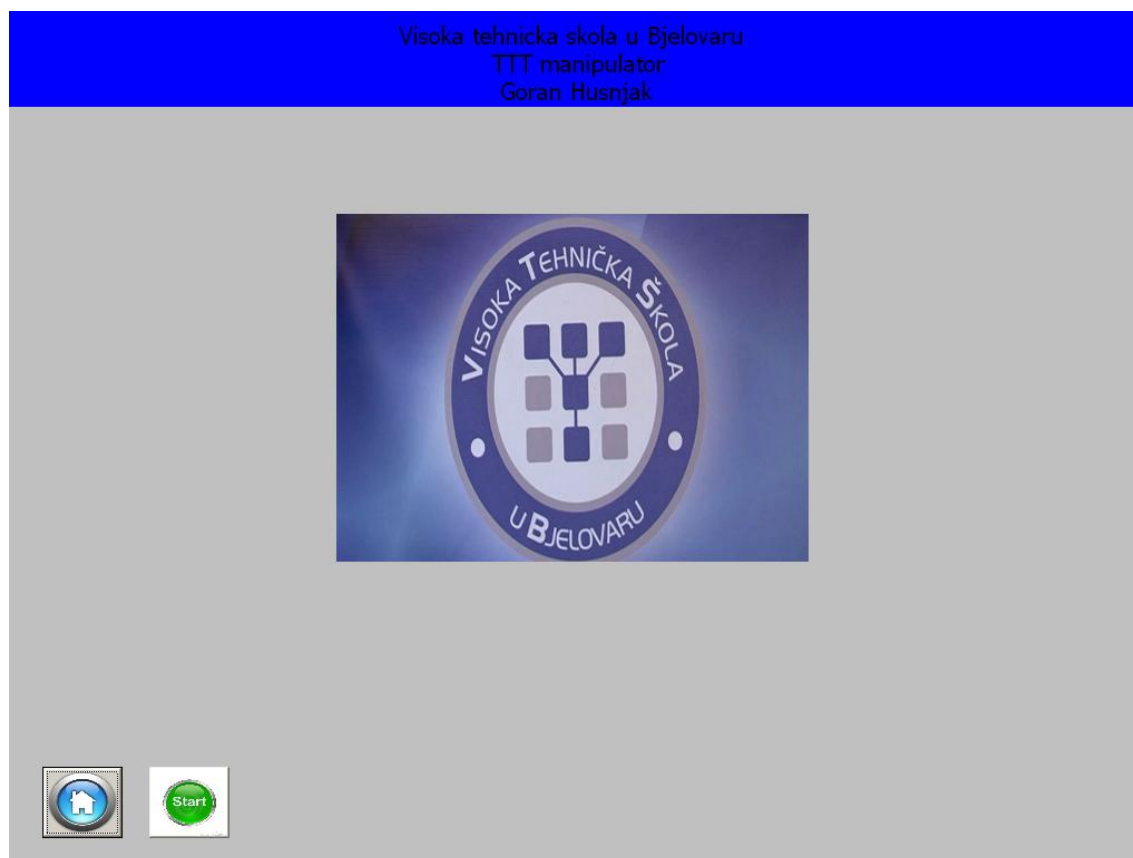
Slika 6.94 Network 94

7. SCADA aplikacija modela TTT-manipulatora

WinCC je programski alat koji služi za izradu SCADA (eng. *Supervisory Control And Data Acquisition*) sustava. SCADA predstavlja računalni sustav za nadzor, mjerenje i upravljanje industrijskim sustavima.

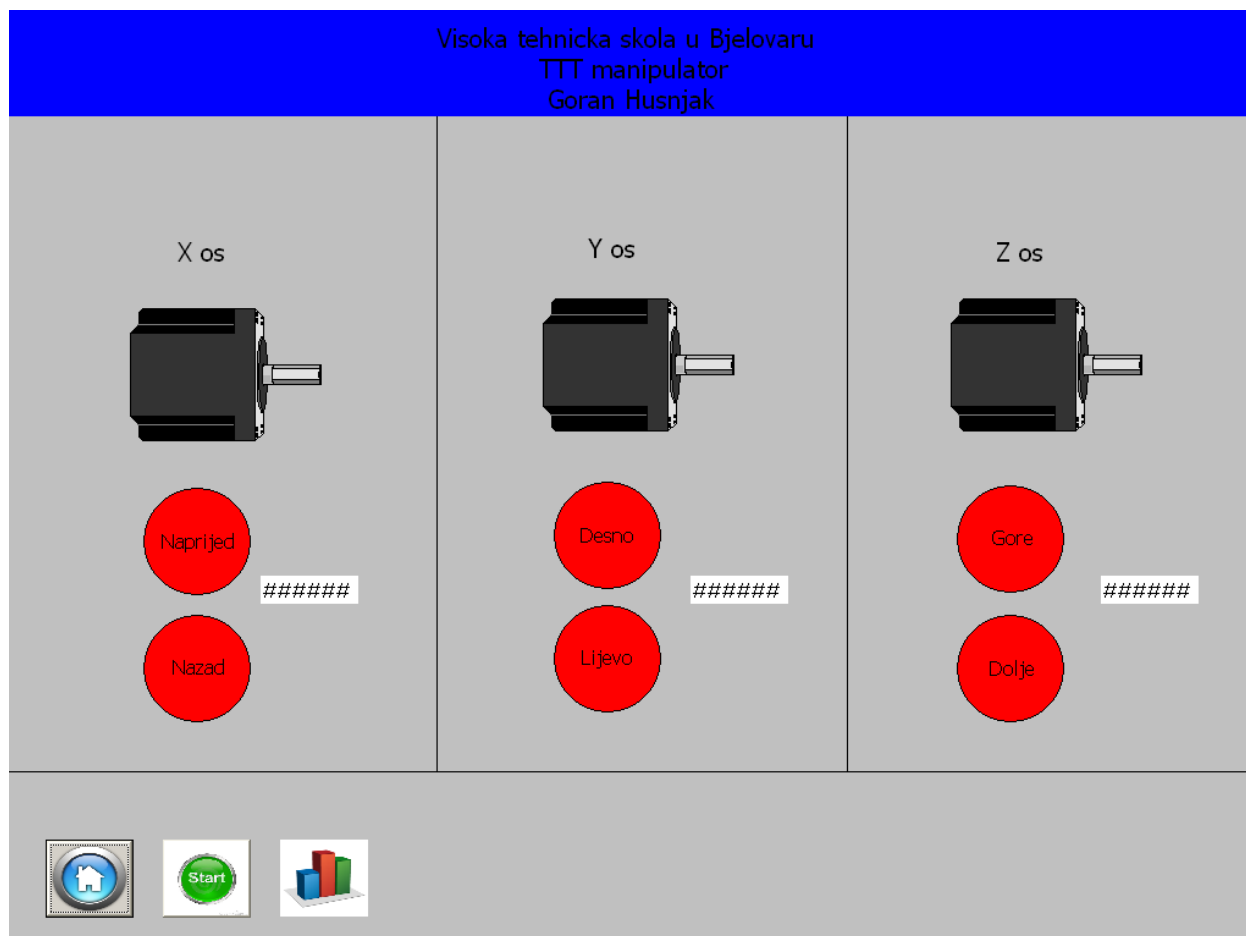
7.1 Vizualni prikaz rada

U ovom radu SCADA sustav se sastoji od tri prozora. Prvi prozor predstavlja „home“ zaslon na kojem se nalazi logo Visoke tehničke škole u Bjelovaru te dva tipkala. Prvo tipkalo predstavlja „home“ tipkalo koje vodi na radni ekran. Drugo tipkalo je „Start“, koje je povezano s memorijskim bitom M0.0 koji služi za pokretanje programa te pritiskom na njega program se počinje izvoditi. Na slici 7.1 nalazi se početni zaslon SCADA sustava.



Slika 7.1 Početni zaslon SCADA sustava

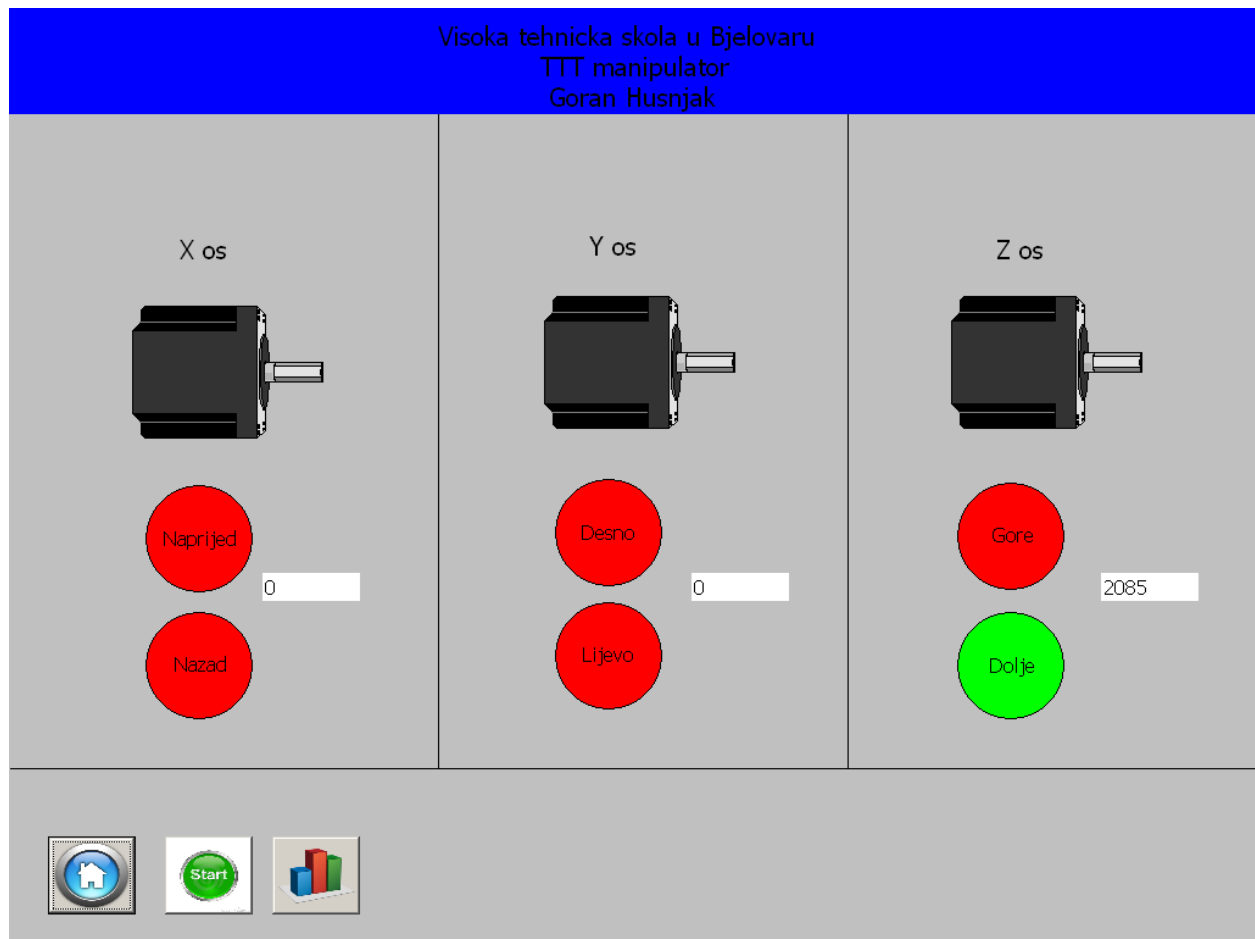
Radni zaslon služi za nadziranje putanje kretnje pneumatske prihvatnice. Svaki motor može se kretati u dva smjera. X-os je definirana kao naprijed-nazad, y-os desno-lijevo i z os kao gore-dolje. Svaki od navedenih blokova povezan je s memorijskim bitovima zaduženim za pojedini smjer. Isto tako svakoj osi je dodijeljen jedan trend koji prikazuje točan broj impulsa motora. Trendovi su detaljno objašnjeni u sljedećem poglavlju. Na slici 7.2 nalazi se prikaz radnog zaslona SCADA sustava.



Slika 7.2 Radni zaslon SCADA sustava

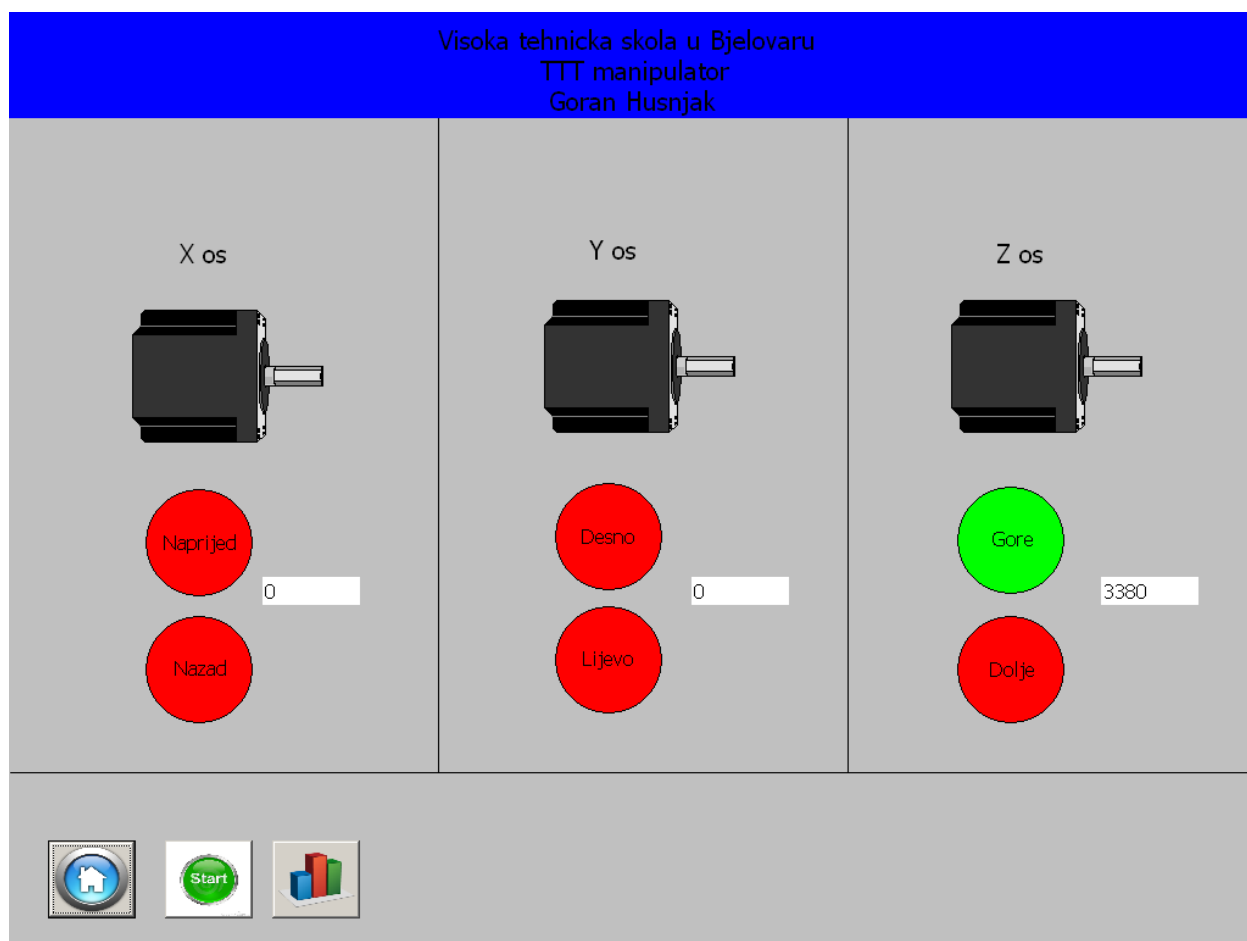
U nastavku je prikazan SCADA sustav u „Online“ načinu rada. Program je definiran tako da kada prihvatnica dođe na poziciju prve kockice postavlja se vrijednost nula u varijabilne memorije za x i y-os. Upisivanje vrijednosti nula u varijabilne memorije za x i y-os je isključivo radi preglednosti i lakšeg proračuna. Z-os je definirana tako da kada prihvaća predmet pneumatska prihvatnica spušta se na 3900 impulsa. Nakon prihvata predmeta prihvatnica se

podigne na 2500 impulsa te za ispuštanje predmeta prihvatnica se spušta na 3500 impulsa. Na slici 7.3 prikazano je trenutno stanje prilikom spuštanje pneumatske prihvatnice po z–osi.



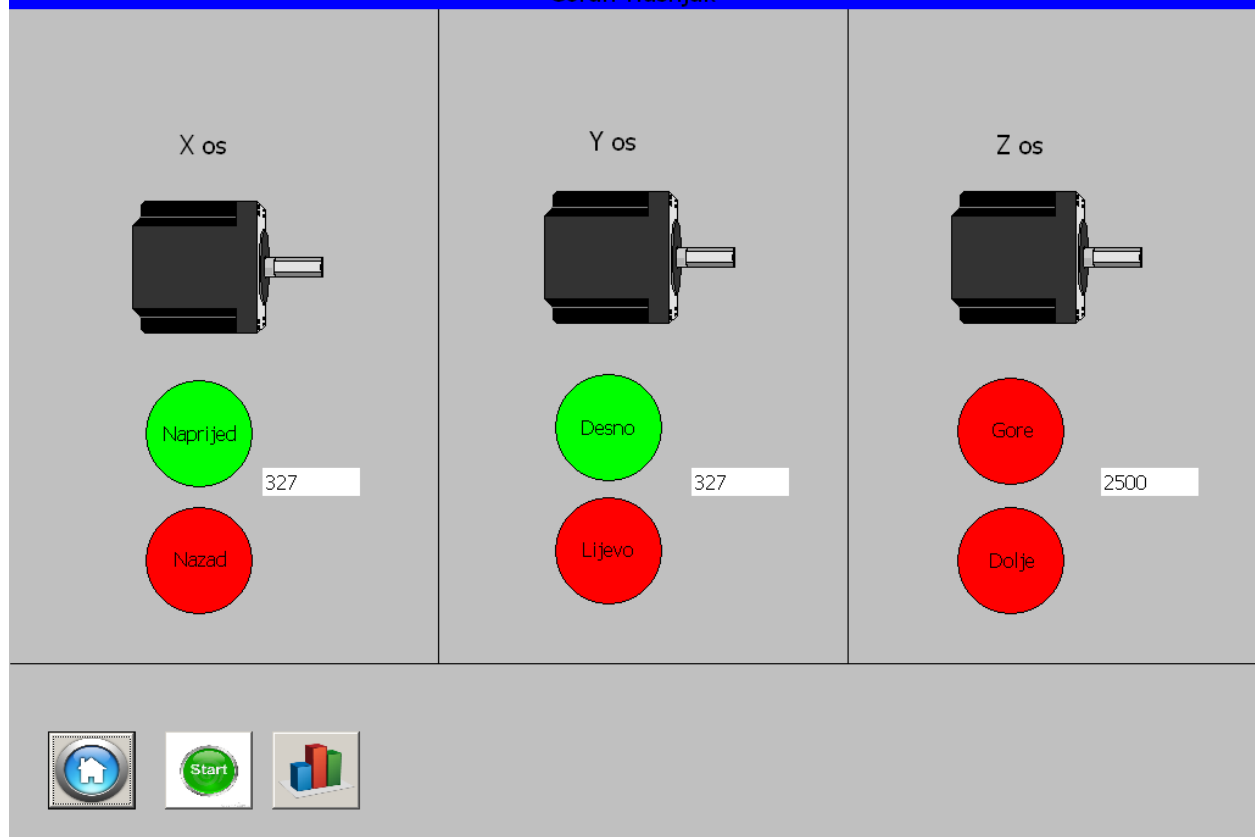
Slika 7.3 Spuštanje prema dolje z-os

Nakon prihvata predmeta pneumatska prihvatnica se podiže na 2500 impulsa. Na slici 7.4 prikazano je podizanje po z–osi.



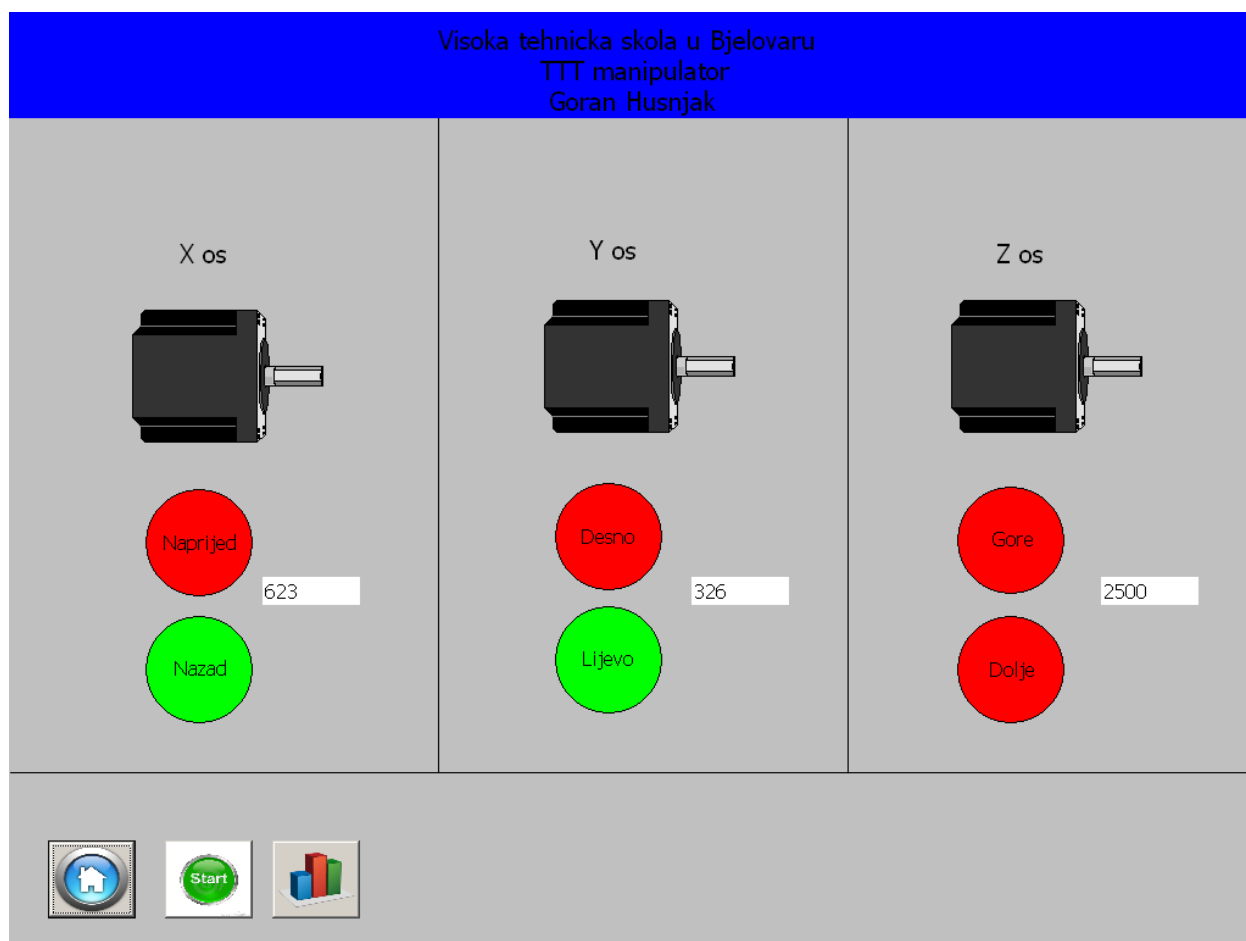
Slika 7.4 Podizanje prema gore po z–osi

Kada z–os dosegne 2500 impulsa kreće pomak po x i y–osi koji je stimulativan. Nakon što x i y–os dođu na željenu lokaciju tj. kada motori nabroje zadane impulse slijedi spuštanje te otpust predmeta. Kada je predmet otpušten pneumatska prihvatnica se podiže na 2500 impulsa te se vraća po sljedeću kutiju i tako sve dok ne prenese svih pet kutija. Na slici 7.5 može se vidjeti pomak po x–osi prema naprijed te y–osi prema desno.



Slika 7.5 Pomak po x i y - osi

Slika 7.6 prikazuje vraćanje pneumatske prihvatnice po x i y – osi nakon otpuštanja prve kutije.



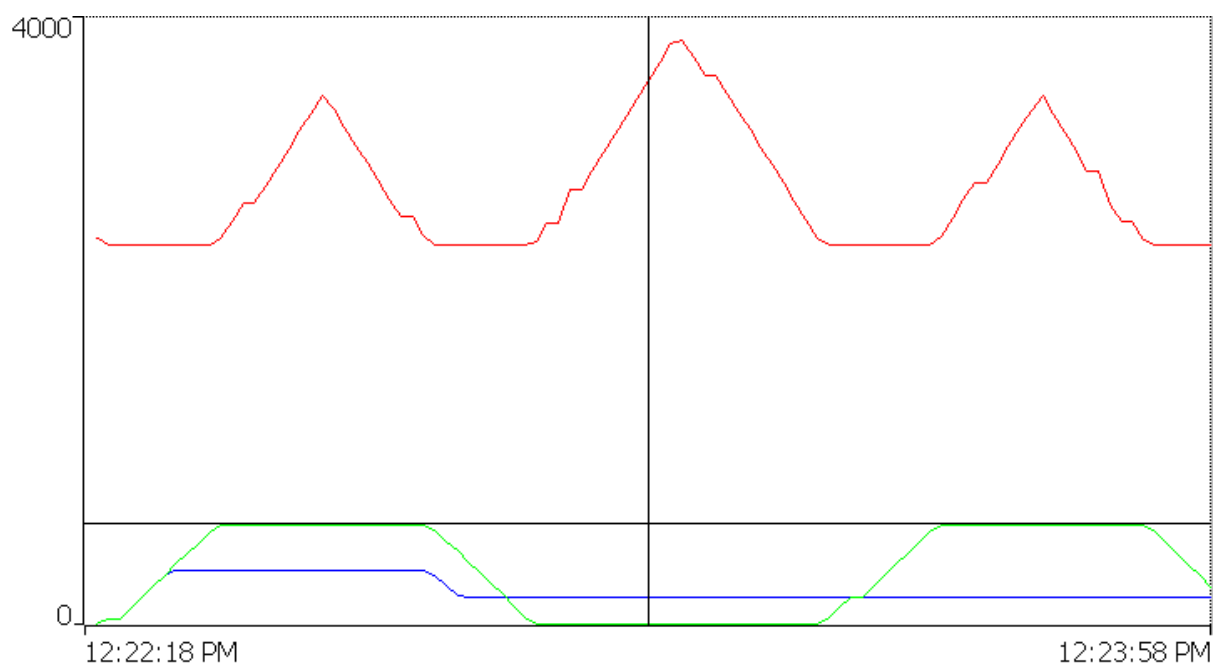
Slika 7.6 Vraćanje prihvatnice

7.2 Snimanje trajektorije TTT-manipulatora u radu

Trendovi predstavljaju vremenski tijek varijable u nekom vremenskom razdoblju. U radu su korištena tri trenda, svaki za pojedinu os. Trendovi su povezani preko varijabilne memorije i služe za očitavanje impulsa koračnih motora.

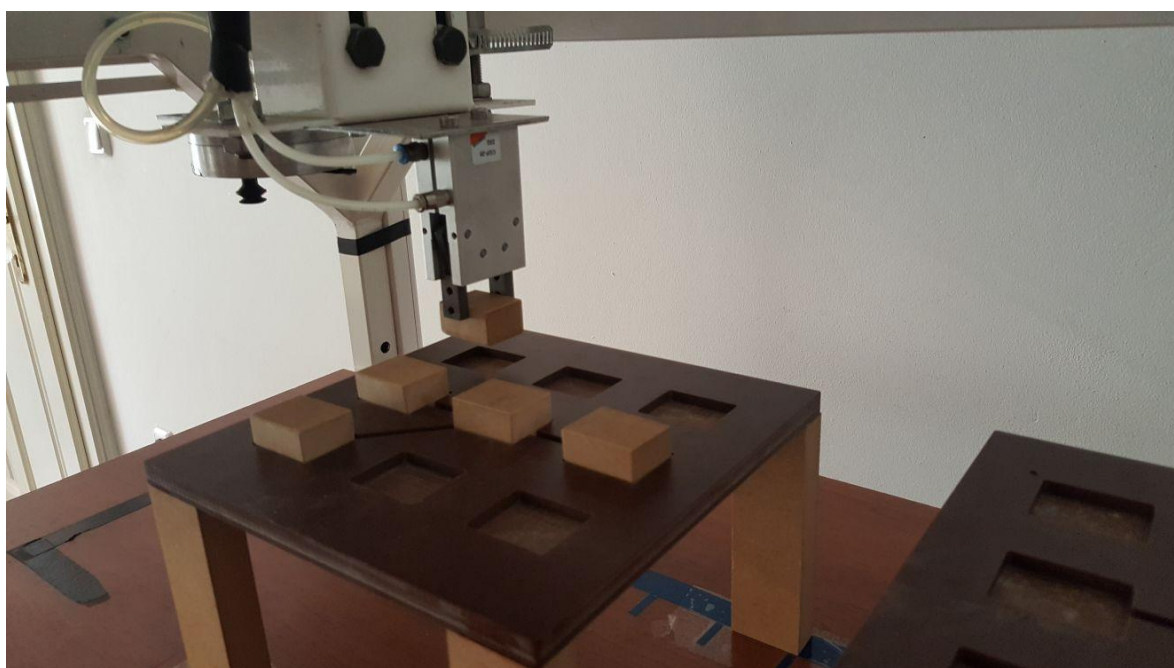
- X trend: Prikazuje broj prijeđenih impulsa po x–osi. Povezan je s varijabilnom memorijskom riječi VW2, te je na grafu prikazan zelenom bojom.
- Y trend: Prikazuje broj prijeđenih impulsa po y–osi. Povezan je s varijabilnom memorijskom riječi VW0, te je na grafu prikazan plavom bojom.
- Z trend: Prikazuje broj prijeđenih impulsa po z–osi. Povezan je s varijabilnom memorijskom riječi VW4, te je na grafu prikazan crvenom bojom.

Na slici 7.7 prikazan je dijagram gibanja TTT–manipulatora u vremenu za x, y i z–os za prijenos prve i druge kockice na željenu poziciju. Iz dijagrama je vidljivo da su x i y–os u nuli što znači da je manipulator iznad prve kockice. Nakon prihvata kockice i podizanja z–osi na 2500 impulsa, x i y–os se kreću stimulatивно. Y–os ima pomak od 360 impulsa, dok x–os ima pomak 657 impulsa. Kada x i y–os dosegnu zadani broj impulsa uključuje se z–os te se spušta na 3500 impulsa. Nakon ispuštanja kockice prihvatnica se podiže opet na 2500 impulsa. U nastavku imamo vraćanje x–osi u nulu te y–osi na 180 impulsa. Kada se izbroje zadani impulsi z–os se spušta dolje za 3900 impulsa kako bi prihvatila kockicu. Nakon prihvata kockice z–os se podiže na 2500 impulsa, te dalje imamo pomak samo po x–osi za 657 impulsa. Nakon izbrojanih 657 impulsa, z–os se spušta za 3500 impulsa kako bi otpustila kockicu.



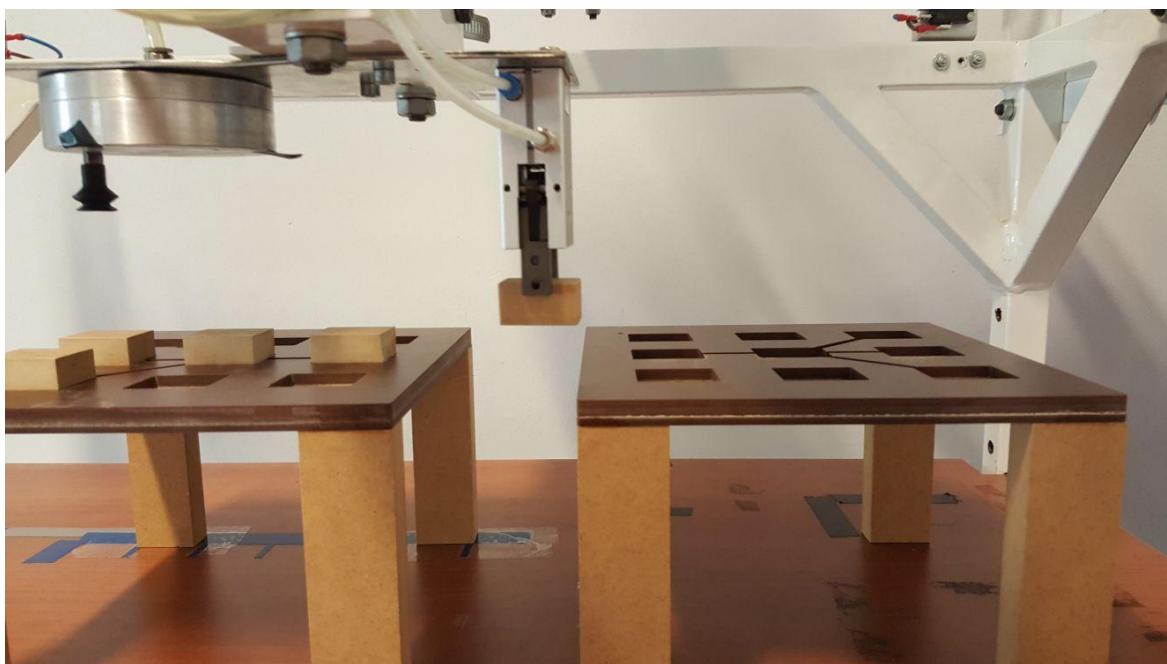
Slika 7.7 Dijagram gibanja manipulatora x, y i z-osi

Slika 7.8 prikazuje nultu poziciju, prihvata prve kockice i podizanje na 2500 impulsa.



Slika 7.8 Prihvata kockice

Slika 7.9 prikazuje stimulativan prijenos x i y-osi. X-os za 657 impulsa, a y-os za 360 impulsa.



Slika 7.9 Stimulativan prijenos x i y-osi

Nakon što x i y-os izbroje zadane impulse kreće spuštanje po z-osi na 3500 impulsa. Na slici 7.10 prikazano je spuštanje kockice na 3500 impulsa.



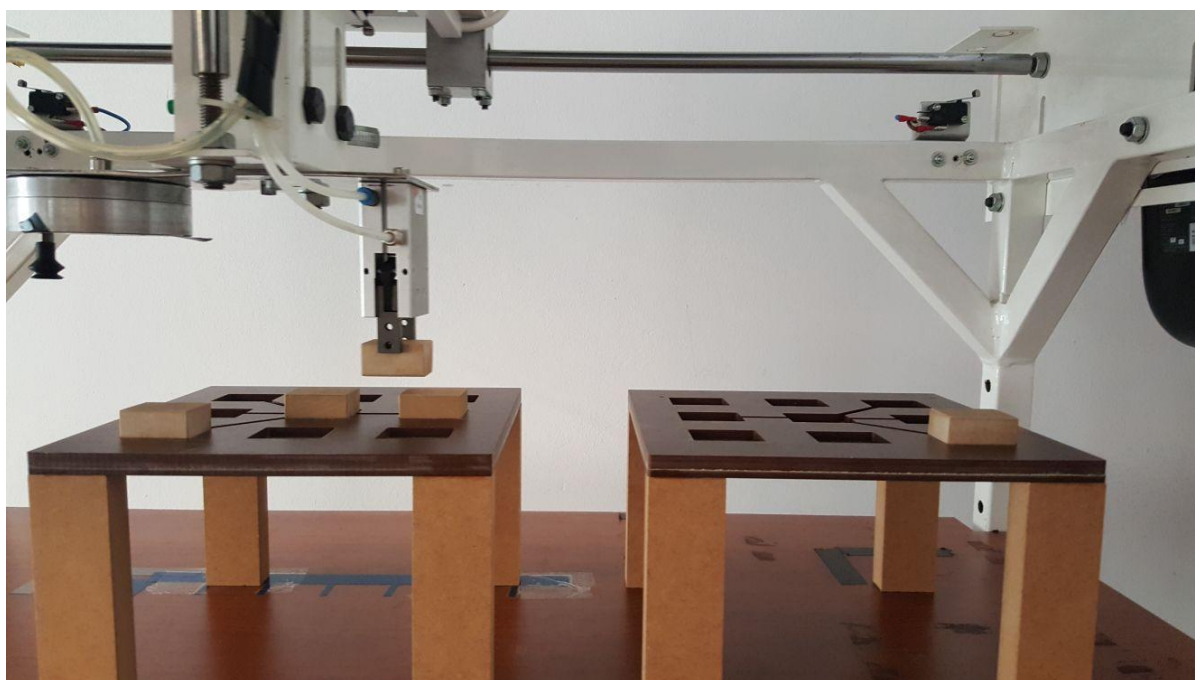
Slika 7.10 Spuštanje kockice

Nakon prijenosa prve kockice manipulator se vraća po y-osi na 180 impulsa te x-os vraća u nulu. Kada se izbroje zadani impulsi z-os se podiže na 2500 impulsa. Na slici 7.11 su prikazane navedene pozicije x, y i z-osi.



Slika 7.11 Podizanje druge kockice

Slika 7.12 prikazuje pomak x-osi za 657 impulsa, dok je y-os i dalje na 180 impulsa kako je prikazano dijagramom.



Slika 7.12 Prijenos druge kockice

8. ZAKLJUČAK

Automatizacija označava tijek prijenosa čovjeka na stroj kroz tehnički napredak. U procesu automatizacije koriste se znanja iz područja elektronike, strojarstva i računalstva. U završnom radu korišteni su različiti uređaji (naprave) kao što su koračni motori, releji, razvodnici i sl., te je poznavanje svakog djela koji se automatizira neophodan. Cilj završnog rada paletizacija drvenih kockica pomoću TTT-manipulatora, je izrađen u cijelosti. Manipulator je upravljan pomoću PLC-a. Program za paletizaciju je pisan tako da se upisuje broj impulsa za koji se želi pomaknuti po pojedinoj (x, y, z) osi. Program se mogao izvesti i na drugi način. Pomoću SCADA sustava može se pratiti trenutna pozicija manipulatora po pojedinoj osi. Automatizacija rezultira većom produktivnošću, a samim time i smanjenjem ljudske pogreške u procesu proizvodnje.

9. LITERATURA

- [1] Malčić, Goran. Programljivi logički kontroleri, Tehničko veleučilište u Zagrebu: Elektrotehnički odjel.
- [2] Vrhovski, Zoran. *Računalno upravljanje i vođenje procesima: Arhitektura i princip rada PLC-a*, Visoka tehnička škola u Bjelovaru
- [3] https://www.google.hr/search?q=Siemens+S7-200+224XP&source=lnms&tbn=isch&sa=X&ved=0ahUKEwj-jb7e7IHWAhVMVhQKHd5SCG0Q_AUICigB&biw=1920&bih=950#imgrc=hQfyT3F69cny-M: (dostupno 31.08.2017)
- [4] <https://mall.industry.siemens.com/mall/en/ww/Catalog/Product/6EP1333-3BA00>(dostupno 31.08.2017)
- [5] <https://meanwell.hr/napajanja-za-din-letvu/drp-240-24-mean-well.html>(dostupno 31.08.2017)
- [6] <http://www.newark.com/te-connectivity-schrack/pt570024/relay-4pdt-240vac-6a/dp/96B1112>(dostupno 31.08.2017)
- [7] <https://en.nanotec.com/products/541-st6018-stepper-motor-nema-24/>(dostupno 31.08.2017)
- [8] <https://en.nanotec.com/products/1034-smci33-closed-loop-stepper-motor-controller/>(dostupno 31.08.2017)
- [9] <https://www.mall.hr/kompresori/rem-power-kompresor-e-241824-limited-edition-11-djelni-pneumatski-set> (dostupno 31.08.2017)
- [10] http://www.camozzi-usa.com/sites/default/files/product_branch/usaproduct/en-us-parallel-grippers-series-cgp/parallelgrippersseriescgp.pdf(dostupno 31.08.2017)
- [11] https://www.google.hr/search?q=festo+5/2+monostabil&source=lnms&tbn=isch&sa=X&ved=0ahUKEwik5JeD8oHWAhXC7xQKHxQOCKwQ_AUICigB&biw=1920&bih=901%23imgrc=hYYUYNZVfKA6EM:#imgrc=hYYUYNZVfKA6EM: (dostupno 31.08.2017)
- [12] https://www.google.hr/search?q=step+7+micro+win&source=lnms&tbn=isch&sa=X&ved=0ahUKEwiF1_jA8oHWAhUFbRQKHUpSDR4Q_AUICigB&biw=1920&bih=901#imgrc=CtMtpt2OdwiM8M: (dostupno 31.08.2017)
- [13] Petrović, Igor. *Automatizacija strojeva i uređaja 2*: Visoka tehnička škola u Bjelovaru, 2017.

10. OZNAKE I KRATICE

CPU - Central Process Unit (Centralna procesorska jedinica)

EPROM - Electrical Erasable Programmable Read Only Memory (Električna izbrisiva programabilna memorija)

PLC - Programmable Logic Controller (Programirajući logički kontroler)

RAM - Random Access Memory (Memorija s nasumičnim pristupom)

SCADA - Supervisory Control And Data Acquisition (Nadzor, upravljanje i prikupljanje podataka)

11. SAŽETAK

Naslov: Automatizacija sustava za paletizaciju korištenjem TTT manipulatora

U radu je opisan sustav za paletizaciju pomoću TTT manipulatora. U uvodnom djelu rada opisan je način rada PLC-a te su opisani svi korišteni uređaji i njihove karakteristike. Isto tako opisan je program koji je izrađen u programskom alatu Step 7 Micro/Win. Također, je izrađen i jednostavan SCADA sustav u programu WinCC/Flexible.

Ključne riječi: Automatizacija, TTT manipulator, PLC, Step 7 Micro/Win, WinCC/Flexible

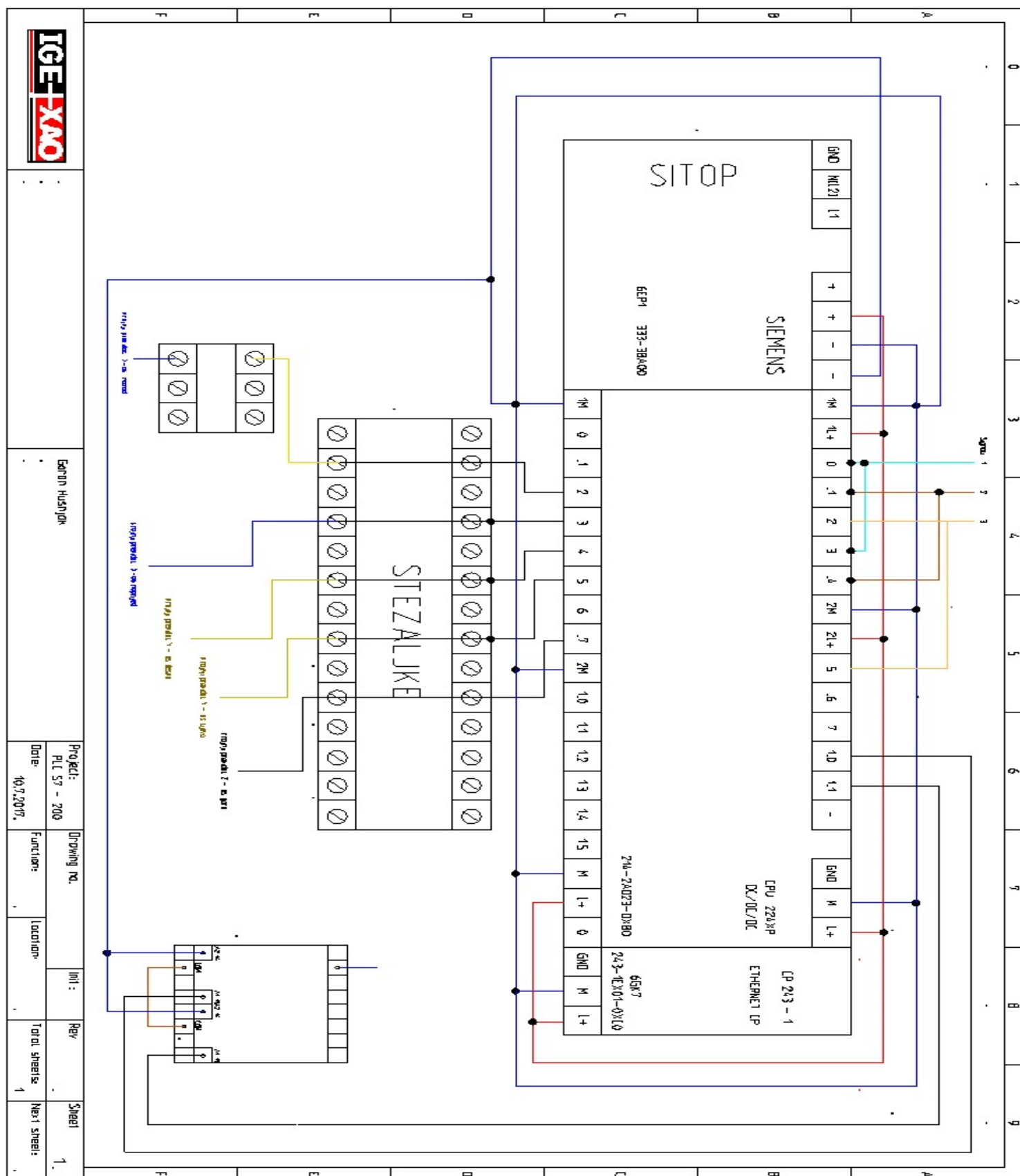
12. SUMMARY

Title: Autimation of paletizaion system using TTT – manipulator

This thesis describes system for paletization using TTT – manipulator. Introduction thesis is described in the way how to PLC works, also there are described all devices and their characteristic. As well there is described program which is developed in Step 7 Micro/Win and SCADA system in WinCC/Flexible.

Key words: Automation, TTT–manipulator, PLC, Step 7 Micro/Win, WinCC/Flexible


13. PRILOZI



Slika 13 Shema ožičenja PLC-a

IZJAVA O AUTORSTVU ZAVRŠNOG RADA

Pod punom odgovornošću izjavljujem da sam ovaj rad izradio/la samostalno, poštujući načela akademske čestitosti, pravila struke te pravila i norme standardnog hrvatskog jezika. Rad je moje autorsko djelo i svi su preuzeti citati i parafraze u njemu primjereno označeni.

Mjesto i datum	Ime i prezime studenta/ice	Potpis studenta/ice
U Bjelovaru, <u>30.03.2017</u>	Goran Hasnjak	

Prema Odluci Visoke tehničke škole u Bjelovaru, a u skladu sa Zakonom o znanstvenoj djelatnosti i visokom obrazovanju, elektroničke inačice završnih radova studenata Visoke tehničke škole u Bjelovaru bit će pohranjene i javno dostupne u internetskoj bazi Nacionalne i sveučilišne knjižnice u Zagrebu. Ukoliko ste suglasni da tekst Vašeg završnog rada u cijelosti bude javno objavljen, molimo Vas da to potvrdite potpisom.

Suglasnost za objavljivanje elektroničke inačice završnog rada u javno dostupnom nacionalnom repozitoriju

Goran Husnjak

ime i prezime studenta ice

Dajem suglasnost da se radi promicanja otvorenog i slobodnog pristupa znanju i informacijama cjeloviti tekst mojeg završnog rada pohrani u repozitorij Nacionalne i sveučilišne knjižnice u Zagrebu i time učini javno dostupnim.

Svojim potpisom potvrđujem istovjetnost tiskane i elektroničke inačice završnog rada.

U Bjelovaru, 30.08.2017

Husnjak

potpis studenta ice